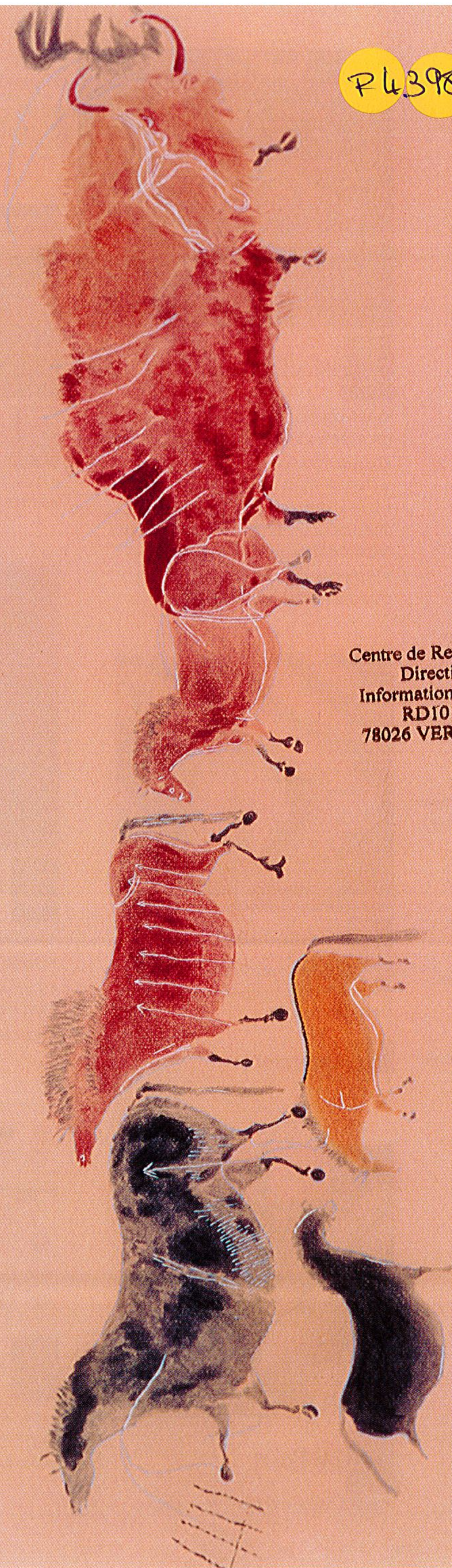
n°119

INRA mensuel

Journal interne, mars 2004

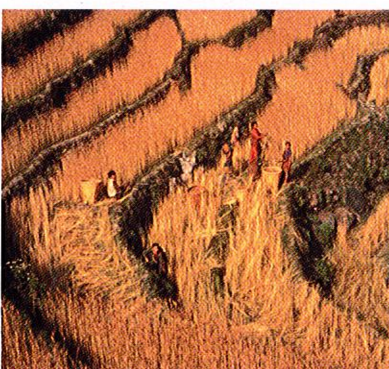


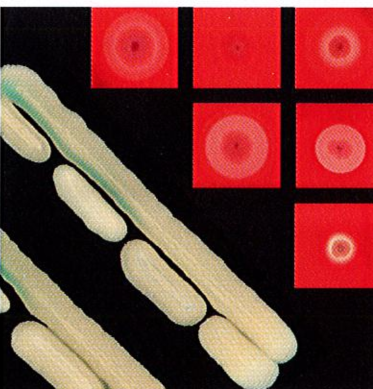
INRA

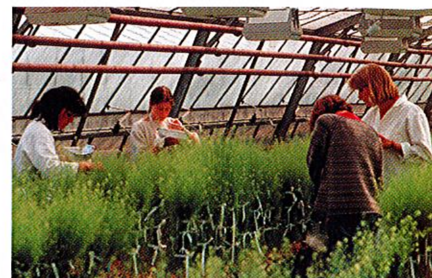
Sommaire


INRA mensuel
n°119
Le domaine expérimental de Bourges
40 ans de recherches
INRA

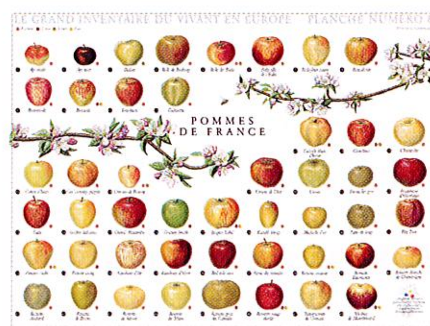











POMMES DE FRANCE

Une rencontre autour de Bertrand Hervieu

L'INRA a souhaité exprimer à Bertrand Hervieu* sa reconnaissance pour son action durant les quatre années de sa présidence par une rencontre de l'amitié.
Nos partenaires institutionnels, scientifiques et socio-économiques les plus proches y étaient associés.

* Le 5 février dernier au Palais de la Découverte où venait de se terminer une exposition de neuf mois sur l'alimentation, organisée par l'INRA et le Palais de la Découverte.

Bertrand Hervieu est désormais Secrétaire général du Centre international de Hautes études agronomiques méditerranéennes
11, rue Newton 75116 Paris
Hervieu@ciheam.org

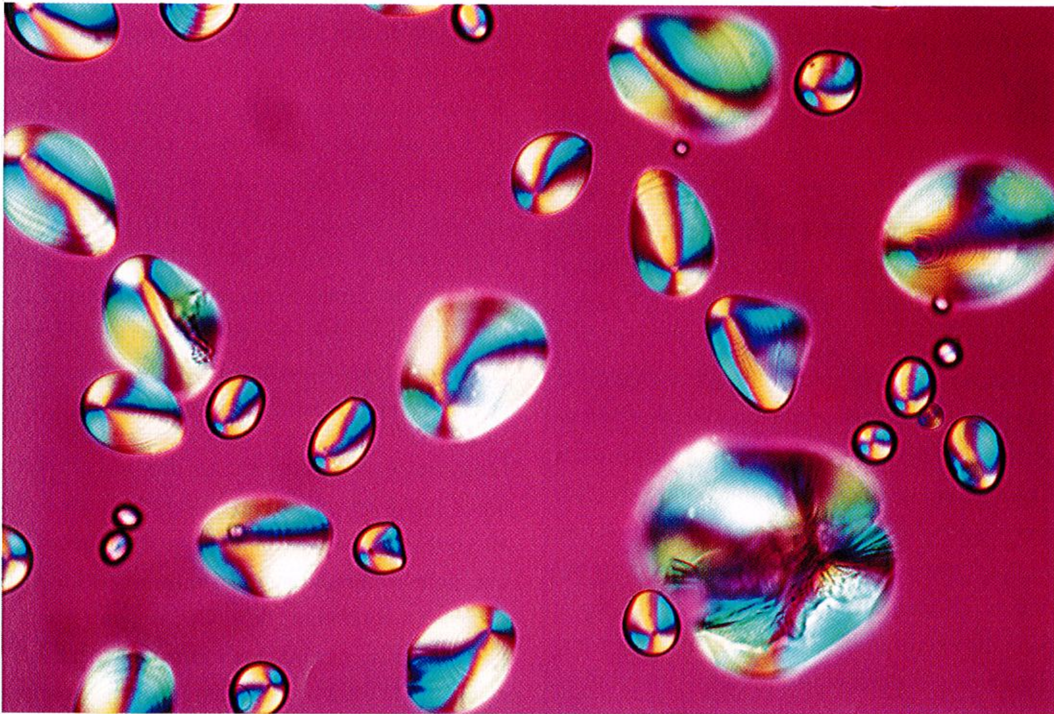


Photo : Laurent Chaunier

Grains d'amidon de pomme de terre observés en microscopie en lumière polarisée (objectif X 40).

Claudie Haigneré, ministre déléguée à la Recherche, a tenu à exprimer combien Bertrand Hervieu avait dirigé l'INRA avec une forte conception de la place de la recherche publique dans notre société et dans le monde, dans un esprit d'ouverture et un grand souci de tracer des perspectives à long terme.

Nous reprenons ici de larges extraits des interventions de Marion Guillou et de Bertrand Hervieu.

Marion Guillou

a évoqué quelques-uns des traits singuliers qui ont marqué les initiatives prises par Bertrand Hervieu :

"Présider aux destinées d'un organisme de recherche n'est pas toujours chose aisée tant la science est dans un mouvement permanent, parfois chaotique, tant la connaissance est autant assurée que provisoire. C'est en effet du dépassement des tensions que naissent les avancées significatives… Un organisme de recherche finalisée est appelé de plus à s'ouvrir largement et à s'impliquer. L'ancrage européen et international, le partenariat sous toutes ses formes, l'innovation et l'appui au développement, l'expertise au service du bien public, le partage du savoir avec nos concitoyens : ce sont là des exigences multiples que tu as largement soutenues et impulsées durant ces années.

L'avenir de l'agriculture, de "la terre travaillée, de tout ce qui n'est pas la ville" **, son développement dans le contexte de ce nouveau siècle qui s'ouvre ; voilà bien des préoccupations majeures à tes yeux et que tu n'as eu de cesse de faire partager.

Tu le rappelais encore récemment, "si la France est devenue la première puissance agricole et alimentaire européenne, c'est notamment à l'INRA qu'elle le doit". La recherche a grandement participé à l'essor du secteur agricole et alimentaire du XXème siècle. La France dispose aujourd'hui d'un réservoir unique de ressources génétiques connues et valorisées, tant dans les domaines végétal, animal que microbien. C'est encore à l'organisation collective, à la recherche et aux financements publics qu'elle le doit.

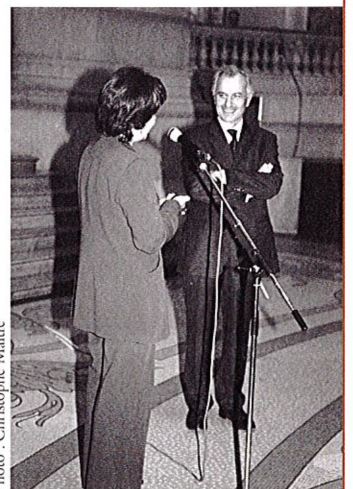


Photo : Christophe Maitre

** "L'archipel paysan. La fin de la République agricole" Bertrand Hervieu, Éd. de l'Aube, 2001 (voir *INRA mensuel* n°109 mars-avril 2001).

Cette position est un formidable atout pour la France et pour l'Europe. Cet atout, il faut le valoriser, le consolider. Il faut aussi lui offrir de nouveaux horizons, de nouveaux cadres pour en penser la dynamique, le renouvellement…
Je ne pourrai citer toutes tes contributions tant elles sont nombreuses et variées. J'évoquerai tout de même tes réflexions sur l'agriculture dans une perspective de développement durable, dans le prolongement de tes travaux personnels de sociologue. Je pense aussi à l'Europe, avec la présidence française d'EURAGRI que tu as assurée en 2002, au colloque national pour la construction d'un espace européen de la recherche agronomique, avec le commissaire européen à la Recherche, Philippe Busquin. Je pense enfin à tes multiples rencontres avec les agricultures du monde : l'Europe de l'Est, la Méditerranée et le Proche-Orient bien sûr, les Amériques, l'Asie… et même le Pacifique !

Parmi ces contacts internationaux fréquents et parfois intenses, je soulignerai ton souci de développer les liens de l'INRA avec les pays émergents : la Chine, l'Inde, le Brésil, l'Argentine, la mise en place d'une représentation commune avec le CIRAD ou l'IRD, les missions d'étude, la signature de conventions… ce sont autant d'actions au service de la politique internationale de l'Institut auxquelles tu as apporté une impulsion personnelle.

Une présence forte au service de la politique de l'Institut

Je voudrais ensuite souligner ton action résolue à la tête de l'INRA pour que ses orientations et les choix politiques qui en découlent soient toujours à la hauteur des ambitions de l'Institut, des attentes de notre société et inscrites dans leur contexte.
Tu connaissais bien l'INRA, en tant que chercheur, en tant que responsable public, en tant que témoin attentif de l'évolution du monde agricole au XXème siècle. Tu avais été son compagnon de marche. Cela t'a permis, fort de cette intimité, fort de tes convictions, de nous demander de construire dans le dialogue un projet collectif, de nous donner le cap.
À l'issue d'un débat de fond, le Conseil d'administration sous ta présidence a approuvé en décembre 2000 les grandes lignes de notre document d'orientation "2001-2004 : Évoluer vers l'INRA du futur". Dans la foulée, nous avons signé avec nos ministres de tutelle le contrat d'objectifs qui matérialise ces orientations.

Ces deux documents sont et restent la pierre angulaire de notre horizon à moyen terme, ainsi que des repères essentiels pour notre action. Tu as de plus largement contribué à "porter" ces choix, à les expliquer, à faire en sorte que nos partenaires aient une idée juste et précise du sens que nous donnions aux perspectives ainsi dessinées.
Tu as souhaité largement y associer les différents conseils de l'INRA : le Conseil d'administration bien sûr, mais aussi le Conseil scientifique. De même, tu n'as cessé d'aller à la rencontre des chercheurs et plus largement, de tout l'INRA, au travers notamment de deux tournées de nos centres en région : une présence attentive, un dialogue très apprécié par tous car toujours nourri de pistes de réflexion, parfois provocantes, dans tous les cas stimulantes !
Tu nous as engagés à réfléchir à la politique de partenariat, tu as mobilisé sur ce thème essentiel le COMEPRA, le comité d'éthique et de précaution de l'INRA, dont les avis ont remis en perspective nos pratiques, nous ont conduits à remettre en question certains de nos modes d'organisation.

Dans cette vigilance sur le partage de nos choix politiques et plus largement, sur la richesse de notre activité, tu as aussi veillé pendant ces quatre années à ce que notre communication externe s'enrichisse et s'élargisse : conception de notre "Rapport annuel d'activité", lancement de notre lettre externe, élaboration avec le Palais de la Découverte de l'exposition de neuf mois "À table ! L'alimentation en questions".

L'audace du regard prospectif

Enfin, je voudrais évoquer ce qui a été le grand chantier de ton mandat : la démarche "INRA 2020". En engageant ce travail de réflexion prospective, tu avais souhaité que l'Institut se risque, plus encore, au regard anticipatif et au débat. Telle a été cette démarche originale et audacieuse que tu as su animer ! Tu aurais pu, à l'instar d'autres expériences en la matière, réunir en un lieu confiné des experts patentés, leur demander de bâtir les grandes lignes de force d'un regard à 20 ans sur la science agronomique et ses institutions. Ton souci de rendre accessibles à tous, à la fois les éléments du débat et les attendus même de ces réflexions, t'a conduit à imaginer une multiplicité de lieux et d'objets de discussion : débats organisés dans les centres de l'INRA et au cours desquels de nombreux partenaires en région ont pu exprimer, dans une attitude confiante, leurs attentes et leurs interrogations ; exercice de prospective fondé sur des scénarios à long terme. Ce travail a

alimenté bon nombre de réflexions, tant en interne que parmi nos partenaires proches.
L'INRA se voit aujourd'hui conforté par les enseignements que tu as tirés à l'issue de cette démarche ; en prenant 2020 pour horizon, elle a "libéré l'imagination" et ouvert des perspectives très stimulantes pour l'Institut.
Je souhaite donc saluer, à cette occasion, l'esprit entreprenant qui est le tien et dont l'INRA a largement bénéficié. Tu as pris le risque de l'interpellation, de l'utopie, des questions difficiles ou qui dérangent.

L'INRA poursuit sa route...

En septembre dernier, à l'occasion du bilan de cette démarche, tu rappelais la pertinence et la légitimité de l'INRA : pertinence de notre ancrage dans les champs de l'agriculture, de l'alimentation, de l'environnement, des territoires ; légitimité à poursuivre notre stratégie alliant excellence disciplinaire, intégration des connaissances et appui à l'innovation...
C'est à nous de prolonger désormais l'ambition que tu as dessinée, d'une recherche agronomique forte, reconnue et citoyenne !
Entre doutes et ambitions, il nous faut être clairvoyants. Le modèle sur lequel s'appuie la recherche aujourd'hui est remis en cause. Nous devons savoir évoluer, et construire l'organisme de recherche du 21ème siècle. Quel modèle pouvons-nous esquisser ?
• une recherche développant son activité dans un cadre garantissant la poursuite d'objectifs à moyen terme, sur des sujets complexes
• une recherche garante des compétences, des outils lourds et des capacités d'intégration
• une recherche publique développant des projets finalisés, dans le cadre d'une politique nationale socialement légitimée et inscrite dans la durée
• une recherche résolument européenne et adossée à un partenariat fort avec les régions et l'enseignement supérieur
• une recherche en étroite relation avec les multiples composantes de la société.
Ces questions sont difficiles et notre capacité à y répondre conditionne en grande partie notre avenir. Nous devons nous y attacher.

Merci donc, cher Bertrand, pour l'ensemble de ton action, pour toute ton énergie mise au service de la recherche agronomique, pour le regard décalé que tu nous as appris à partager. Merci enfin pour ton attachement à cette maison que tu as su marquer de ton empreinte par un engagement de tous les instants et une éloquence si singulière !

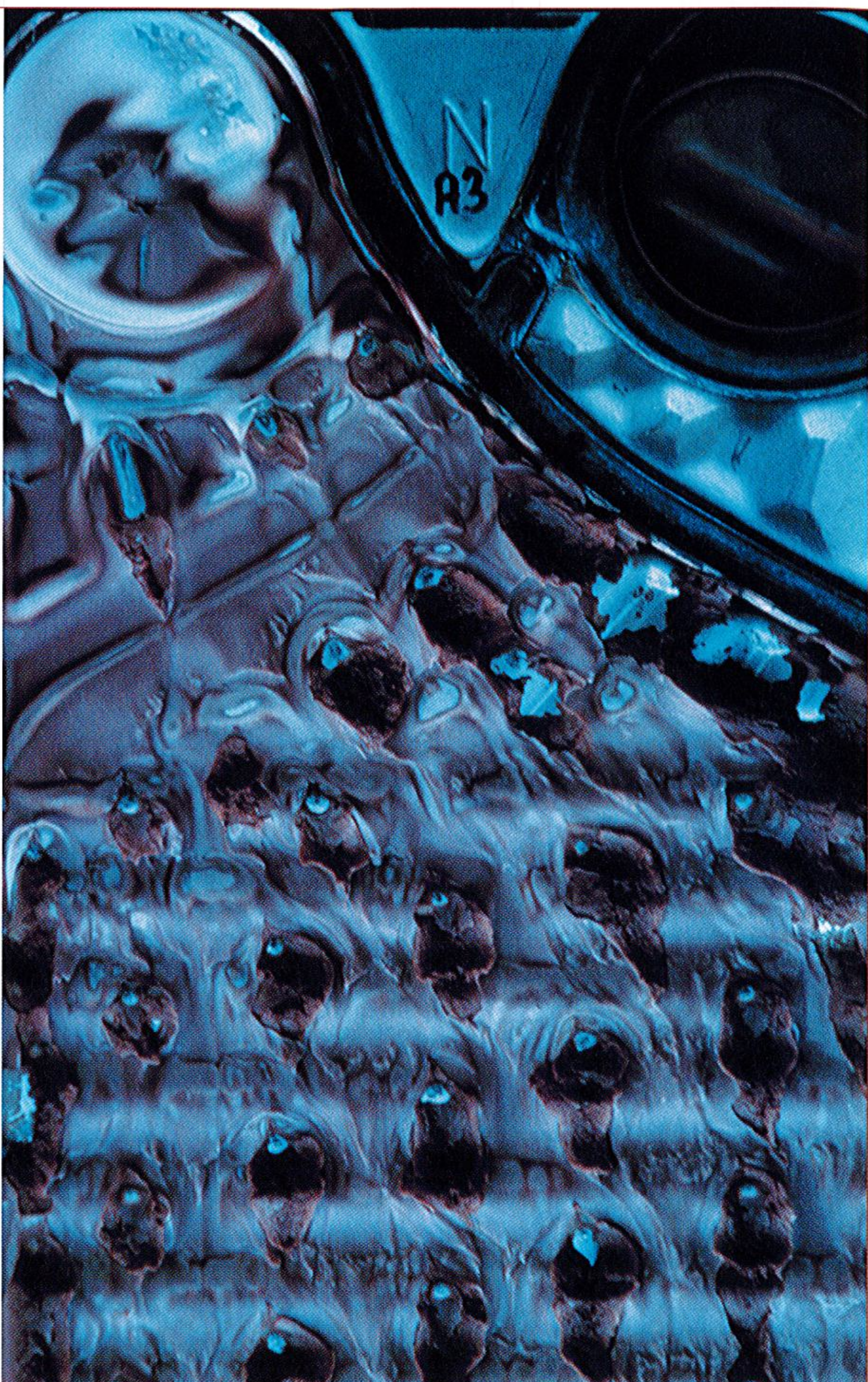


Photo : Jean-Pierre Tissier

Détail de l'encrassement d'un échangeur à plaques V7 de VICAR (St Martin d'Heres) utilisé pour cuire et stériliser du dessert chocolaté.

Maintenant, c'est vers la Méditerranée que se tournent tes regards. La Méditerranée est cette mer "située au milieu des terres" et ton projet ne serait-il pas de jeter un pont entre pays du Sud et ceux du Nord ? C'est là un lien fort à construire et qui ne saurait t'échapper, toi qui en sociologue précurseur, écrivait déjà en 1996 sur le "droit des peuples à se nourrir eux-mêmes" !
Pierre Bourdieu, dit dans son dernier ouvrage : "Comprendre, c'est d'abord comprendre le champ avec lequel et contre lequel on s'est fait".
Puisse cette nouvelle expérience qui s'ouvre pour toi aux confins des deux rives de la Méditerranée enrichir ta quête d'une agriculture viable, vivable et vivante et d'une science agronomique solidaire de son développement !" ■



Brésil. État du Ceara. Engenho de açúcar. Sucrerie.

Bertrand Hervieu,

après avoir remercié Paul Vialle, Guy Paillotin, Marion Guillou, Michel Dodet et ses proches collaborateurs de leur accueil, poursuit :

“J’ai pour le travail des services d’appui à la recherche de l’INRA de l’admiration : ils le savent, je n’ai donc pas à y revenir. Quant au Collège de direction dans son ensemble, je lui sais gré de m’avoir ouvert ses portes généreusement et collectivement, me permettant de comprendre, au fond, les enjeux et de mûrir les décisions et les orientations dans un dosage très particulier de proximité et de distance : une sorte d’observation participante chère au sociologue, utile au décideur.

Un ensemble de relations à l’INRA et à l’extérieur

Les **présidents de centre** ont été des relais et des appuis des plus précieux. Ils sont, avec les **délégués régionaux**, les ouvriers de l’insertion de l’Institut dans le monde des collectivités et du partenariat professionnel. C’est à eux que l’INRA doit de n’être pas un vaste laboratoire hors sol - mais un tissu de production scientifique inséré dans la société, au prix même d’une dispersion géographique, d’un éclatement et de coûts de maintenance que je n’ignore pas. La solidité institutionnelle de l’INRA leur doit infiniment. En les voyant ce soir, j’embrasse du regard **tous les centres et tous les personnels**. Les **chefs des départements scientifiques**, eux, sont le cœur de l’animation et de l’impulsion scientifique de la maison. Ils servent avec un courage et une abnégation tout ascétique plusieurs métiers à la fois : ici, là, ailleurs mais toujours présents. À travers eux, je veux saluer ce soir **tous les chercheurs et les professionnels de la recherche**. Je n’oublie pas que si j’ai été, hier et provisoirement, *primus inter pares* ; je demeure, définitivement et d’abord, *unus inter pares*.

Je remercie également les membres des trois conseils et leurs présidents, **Conseil d’administration, Comité d’Éthique et de Précaution, Conseil scientifique** ; l’engagement de ces conseils et de leurs membres dans la réflexion et dans la formulation des avis nécessaires à la bonne marche de l’Institut est exemplaire. Je plaide pour un renforcement des conditions permettant une plus grande autonomie et une plus grande liberté de jugement et d’expression de ces conseils : ces positions de proximité et d’extériorité sont une nécessité absolue pour développer l’échange et l’écoute entre les scientifiques et leurs partenaires. Ainsi, la légitimité et l’autonomie des conseils sont-elles, à mes yeux, toujours à renforcer. Il en va à terme de la pertinence des orientations de l’Institut et de la robustesse de son insertion. Il en va donc en définitive, je le redis, de l’affinité voulue et toujours à construire entre la science et la démocratie.

À travers ces conseils et leurs membres, extérieurs notamment, et ceux que j’ai réunis dans les comités stratégiques ou les réunions “INRA 2020”, ce sont tous les **partenaires extérieurs** que je salue : la science n’est vivante que si elle est discutée et non sacralisée, la science avance si elle est sollicitée et non point enfermée, la science progresse si elle est partagée et non pas confisquée. Bref, c’est en se diffusant que la connaissance grandit. Les partenaires sont les garants d’une brèche nécessaire et salutaire.

Parmi ces partenaires, je n’oublie pas les **parlementaires**. Nos relations se sont établies dans la recherche de la compréhension mutuelle et du sens partagé de l’intérêt commun.

J’aimerais enfin remercier mes anciens collègues, **responsables d’autres grands organismes de recherche**. Nous nous retrouvions régulièrement au ministère de la Recherche ainsi que dans diverses commissions ou dans des Conseils d’administration, ceux de l’IFREMER, du CIRAD, de Sciences Po. ou encore dans des comités dont ils ont bien voulu me confier un temps la présidence : Aire Développement, le Comité de liaison des organisations pour la recherche Outre-mer (C3I). Nos relations simples, engagées et conviviales ont été pour moi un soutien et un privilège. J’y ajouterai mes anciens **collègues européens** à travers EURAGRI, la Tétrapartite et tous ceux du monde entier, que la Mission des Relations internationales de l’INRA qui m’a tant aidé, m’a fait découvrir et côtoyer et qui regardaient l’INRA avec envie et admiration. Leurs demandes et leurs attentes ont été de puissants stimulants.

Avec les **organisations syndicales**, nos relations ont été simples. Je sais que je n'avais pas la partie la plus difficile. Leurs représentants ont toujours respecté la fonction ; de plus, ils m'ont manifesté d'inoubliables marques de soutien et de solidarité alors qu'il m'était donné de devoir affronter d'ignobles attaques personnelles et familiales. Je n'ai pas oublié la teneur de leurs messages.

J'ai conscience d'être trop allusif, je redoute des oublis immérités, à l'égard des administrations par exemple : que chacun ici ce soir me fasse l'amitié de ne pas douter de la conscience qui est la mienne de rester en dette.

Une nouvelle responsabilité à l'échelle des pays du Sud

Mais, depuis que les représentants des gouvernements des 13 pays membres du Centre international de hautes études agronomiques méditerranéennes m'ont élu au poste de Secrétaire général de cet organisme, et sans repousser la barque qui m'a fait traverser la mer, je suis en Méditerranée. Des accords multilatéraux préparent pour 2010 la transformation de cette région en zone de libre-échange notamment pour les biens agricoles et alimentaires. En 2025, les démographes prévoient les maxima de population sur le pourtour du bassin : le Nord sera vieux et à la retraite, le Sud sera très jeune et, peut-être, sans travail. Il n'aura pas fallu plus de 50 ans pour que les proportions de population entre la rive Nord et la rive Sud se soient inversées au profit, s'agissant du nombre, du Sud. Mais le Nord comme le Sud auront à faire le deuil définitif des sociétés rurales, pour certaines, trimillénaires, qui les ont constitués. Urbaine, littoralisée, toujours contrastée, la Méditerranée sera là comme elle est là aujourd'hui : aussi incertaine que nécessaire ; aussi évidente qu'éclatée. Mais que pèseront en cette construction précaire que nous voulons, l'arrogance et l'ignorance du Nord dans une culture où l'honneur des hommes le dispute à l'envie à l'orgueil des mères ?

Des questions de recherche urgentes

D'ores et déjà, les pays méditerranéens sont confrontés à ce qui demeure à mes yeux les cinq grandes questions posées à la recherche agronomique en cette première moitié du 21e siècle :

- sécurité alimentaire des populations
- sûreté des nouveaux modes d'alimentation
- localisation, délocalisation, relocalisation des productions et des transformations dans un monde mobile et urbain
- gestion de la ressource naturelle et autonomie d'accès aux ressources génétiques
- réinvention du développement.

Ces questions sont là, urgentes. Elles demandent de l'invention, de l'imagination, de la connaissance et encore plus de l'intelligence et du cœur. Elles en appellent au chercheur qui d'instinct sait que ces cinq questions ne seront pas cinq réponses mais suscitent sur le champ mille questions. Voulons-nous prendre acte du fait que là où ne se développe pas la culture scientifique, rien d'autre ne se développe ? Acceptons-nous définitivement de reconnaître que la culture scientifique ne se développe dans l'en-



Photo : Christophe Maitre

Vignoble de Banyuls, Pyrénées-Orientales.

semble d'un corps social que là où il y a production de science et de connaissance par cette même société ? La science ne peut pas produire de développement si elle est pensée comme un stock dans lequel on puiserait ou que l'on pourrait transférer et appliquer. Et comment croire alors que ce détour peut être porté par la seule recherche privée, aussi respectable soit-elle ?
L'histoire récente du médicament est une illustration de ce que la recherche agronomique doit absolument éviter de faire. De la même façon qu'il ne suffit pas d'avoir découvert les thérapies capables de soigner le SIDA, pour voir les pays du Sud soignés, il ne suffirait pas qu'une firme ou l'autre ait trouvé les matériels semenciers les plus adéquats pour que les paysanneries de là-bas y aient accès.

La recherche agronomique, une histoire exemplaire qui a "mis la science dans la cour des fermes"

L'INRA, de ce point de vue, tient en sa mémoire une histoire exemplaire, une preuve irréfutable du rôle irremplaçable de la recherche publique, combien désintéressée, dans la mise en œuvre du développement. Sans doute y suis-je plus que d'autres sensible, à l'excès peut-être et j'accepte de le reconnaître. Mais tout le monde n'a pas croisé le regard d'un homme qui, au soir de sa vie, venait de réaliser un rêve qu'il avait toujours pensé inaccessible : récolter 100 quintaux de blé à l'hectare. Et cet homme reconnaître que cette performance, c'en était une alors, il la devait aux chercheurs. À 6 ou 7 ans, le gamin que j'étais promenait dans les concours agricoles d'énormes taureaux normands qui avaient pour noms Totem, Uranium, Universel… et qui raflaient tous les prix. On me disait que c'était des chercheurs qui les avaient faits. J'ai compris bien plus tard mais je ne m'en suis jamais remis.

Je ne me suis jamais remis de cette épopée qui a mis la science dans la cour des fermes et dans les salles de fabrication des PME et qui a fait de la France, avant-hier lanterne rouge, le premier de la classe, c'est-à-dire la première puissance exportatrice mondiale de produits agricoles et agro-alimentaires. Tout cela ne saurait se réduire à deux chiffres : le nombre de brevets et le nombre de citations dans des revues de rang A. Je n'ai de mépris ni pour les uns, ni pour les autres, entendons-nous bien. Mais je refuse fermement cette approche simpliste, oublieuse de la complexité de la relation entre science, culture et développement. Cette simplification prétentieuse et méprisante s'arroge le pouvoir de décréter que tout cela est un "grand gâchis". Comme si l'insulte tenait lieu d'analyse, comme si l'imprécation tenait lieu d'information de l'opinion et d'instruction d'un débat pourtant si nécessaire.

Développer la recherche publique

Je peux aujourd'hui témoigner de ce qu'est le recul de la recherche agronomique : c'est le cas sur le pourtour méditerranéen. Du même coup, la formation elle-même s'effondre. Aucun des pays, seul, ne pourra remonter la pente. La France est aujourd'hui le seul pays de la région à avoir conservé un potentiel de dimension mondiale.
Allons-nous abdiquer ? De deux choses l'une :

- ou la France parvient dans les dix ans qui viennent à restructurer puissamment son appareil public de recherche et de formation agronomique par trop dispersé autour du quadrilatère : agriculture, alimentation, environnement, développement pour être une force de frappe européenne et mondiale incontournable, une force de proposition respectée dans le débat multilatéral commercial, une force d'intervention dans le débat politique sur le développement et sur la construction des modèles de politique publique alimentaire
- ou la France abdique, et alors les seules références apportées seront celles du Nord de l'Europe et du Nord de l'Amérique.

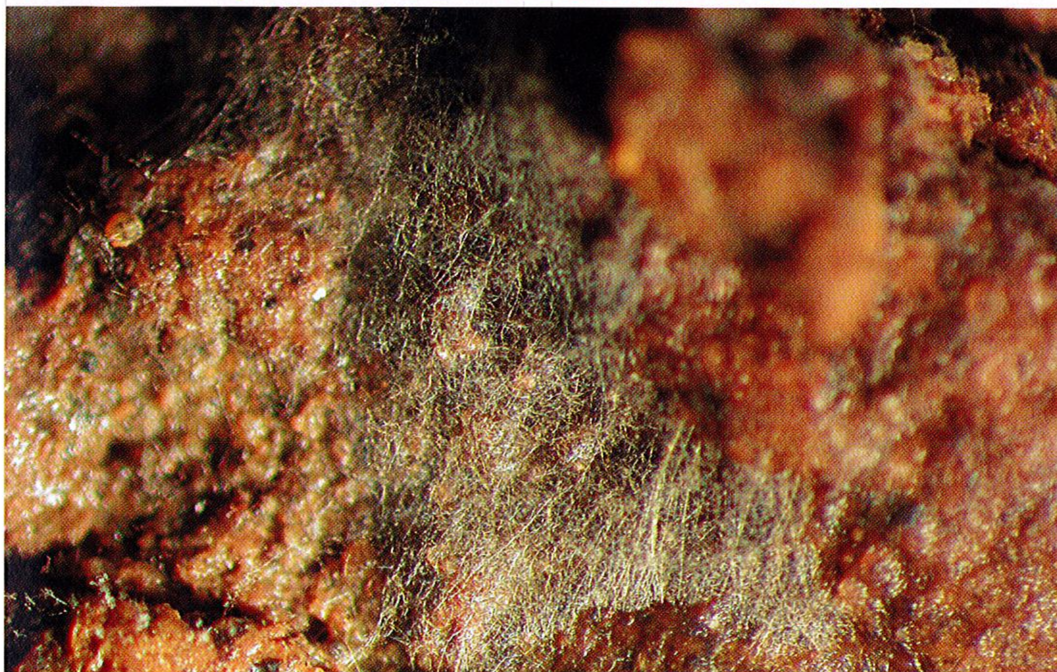
La recherche française a les moyens d'être à la hauteur de cette attente. En disant cela, je vous parle du Caire, de Tunis et d'Ankara. Votre trouble en ces temps difficiles ne saurait s'enfermer dans l'hexagone. L'avenir de la recherche agronomique et de la recherche pour le développement en France est porteur du débat mondial sur la place de l'agriculture, de l'alimentation, non seulement dans notre société mais aussi chez nos voisins.
Puisqu'il n'y a pas de développement sans invention culturelle et puisque l'invention culturelle se nourrit de la production de connaissance, osez porter toujours cette ambition universelle. Donnez une visibilité européenne et internationale incontestables à l'effort public réalisé dans ce pays pour la recherche et l'enseignement supérieur agronomique au sens large.

Ne doutez pas un seul instant d'être attendus en Europe, en Méditerranée et partout où se pose pour des raisons démographiques, de santé, d'autonomie régionale ou nationale, la question de l'avenir des agricultures : c'est-à-dire partout, dans le monde entier. ■

Colonisation intempestive de la grotte de Lascaux par un champignon

Les parois ornées de la grotte de Lascaux sont universellement connues et font partie du patrimoine de l'humanité. La presse s'est fait l'écho d'un problème de colonisation fongique qui mettrait en danger la conservation de ces fresques. Qu'en est-il exactement ?

Toutes les photos de cet article sont de C. Humbert.



Colonie fongique, prise en microscopie photonique, se développant sur une écaille argileuse prélevée sur un pan incliné de la grotte.

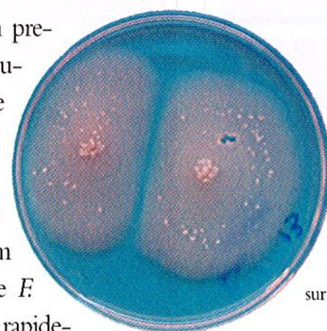
Une première version de ce texte est paru dans *"1er cru"*, lettre interne du centre de Dijon, n°51, juin 2003.

Au cours de l'été 2001, un important feutrage mycélien s'est développé d'abord dans le sas d'accès qui, à cette époque, faisait l'objet de travaux puis s'est propagé à la salle des taureaux et enfin à la plus grande partie de la cavité.

Le laboratoire de recherches des Monuments historiques qui assure un suivi microbiologique de cette cavité a été alerté et Geneviève Orial (microbiologiste au LRMH) a rapidement déterminé que le champignon responsable de cette colonisation agressive appartenait à l'espèce *Fusarium solani*.

Cette espèce est bien connue des phytopathologistes car elle est responsable de pourritures racinaires chez certaines espèces de plantes cultivées comme le concombre, le pois, la pomme de terre ou le haricot. Indépendamment de ces quelques souches pathogènes, *F. solani* est un constituant "normal" de la microflore des sols dans lesquels on peut détecter quelques dizaines à quelques centaines de propagules [1] par gramme de sol.

Devant l'ampleur de la contamination, limitée fort heureusement au sol et aux plans inclinés, il était urgent d'intervenir pour éviter une colonisation des parois décorées. Dans un premier temps, les allées ont été chaulées ; ce qui a permis de limiter le développement du champignon et un produit biocide le "Vitalub" a été choisi pour traiter les plans inclinés de la cavité. Cet ammonium quaternaire détruit les colonies de *F. solani* qui changent d'aspect mais rapidement le développement mycélien reprend. Il est donc nécessaire de répéter ces traitements de manière régulière et rapprochée ; ce qui ne saurait être une solution durable.



Fusarium solani en culture sur milieu gélosé.

Les questions que tout le monde se pose sont les suivantes :

- d'où provient cette soudaine infestation par *F. solani* ?
- quelles sont les conditions qui ont permis une explosion soudaine de ce champignon ?
- quelles méthodes pour contrôler sa prolifération et préserver les parois ornées ?

[1] Désigne toute unité capable de donner naissance à une colonie. Dans le cas des champignons filamenteux, propagule désigne aussi bien un fragment de mycélium, une conidie (reproduction asexuée), une spore (reproduction sexuée), un organe ou une spore de conservation capable de donner naissance à une colonie. On parle aussi d'"unité capable de former colonie" traduction de "*Colony Forming Unit*".

Actualités scientifiques

Quelle est l'origine de cette infestation soudaine ?

Bien qu'il soit impossible d'en apporter la preuve, il est permis de penser que ce *Fusarium* n'a pas été introduit récemment dans la cavité mais qu'il y existe sans doute depuis de nombreuses années, peut-être depuis les temps pré-historiques. Connaître les conditions qui ont provoqué sa prolifération est donc plus important à résoudre si l'on veut proposer des solutions permettant de sauvegarder les peintures. Tout le monde s'accorde à penser que des conditions climatiques exceptionnelles, liées aux travaux entrepris dans la cavité, ont joué un rôle prépondérant dans le déclenchement de cette infestation. Il y a corrélation évidente entre une augmentation de l'humidité, un ruissellement d'eau sur les parois et le développement explosif de ce champignon.


Gliocladium.

Pour identifier les causes de cette infestation et éviter qu'elle ne se reproduise, il faut privilégier une approche globale du fonctionnement de la cavité. Un Comité scientifique international a été mis en place avec la mission de proposer des études pour mieux connaître les paramètres physico-chimiques et biologiques de la cavité et de proposer des méthodes de gestion permettant d'éviter de nouvelles proliférations microbiennes. Il est prévu :

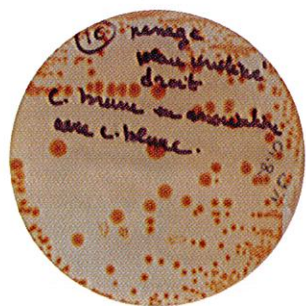
- d'étudier le réseau hydrographique
- de faire la part entre eau d'infiltration et eau de condensation
- de faire un inventaire exhaustif des communautés microbiennes
- d'établir des relations entre micro-climat (en particulier à la surface des différentes roches) et prolifération microbienne.

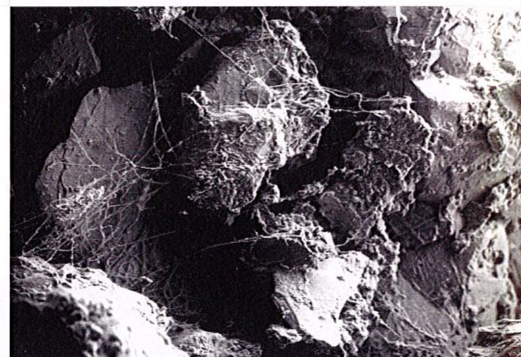

Cylindrocarpon.

Que faire en attendant les résultats de cette recherche ?

Mais que faire pour contrôler cette infestation fusarienne en attendant les résultats de ces recherches de longue haleine ?

Précisons tout d'abord que si *F. solani* est le champignon qui a colonisé le plus activement et de manière la plus évidente la cavité, il n'est pas seul en cause. Il est associé à une bactérie du genre *Pseudomonas* qui est capable de dégrader la molécule de Vitalub, limitant son efficacité dans le temps. *F. solani* forme des chlamydospores, spores à paroi épaisse,

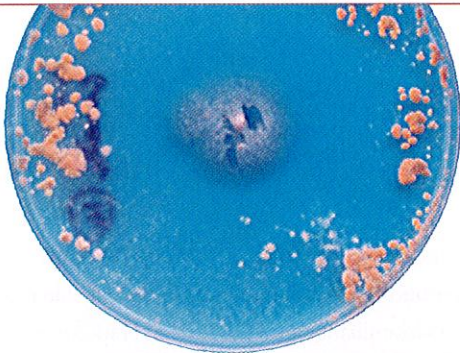

Colonie bactérienne.


Photo prise avec un microscope électronique à balayage environnemental, (c'est-à-dire qu'il n'y a aucune préparation de l'échantillon) qui montre des hyphes de champignon à la surface d'une écaille argileuse prélevée sur un pan incliné de la grotte.

plus résistantes aux traitements fongicides que le mycélium et capables de se conserver pendant de nombreuses années. Il est vraisemblable que des chlamydospores survivant aux traitements assurent le redémarrage de la colonie lorsque la molécule de Vitalub a été dégradée par les bactéries. Les hyphes précédemment tuées par le fongicide servent alors de substrat nutritif pour cette nouvelle colonisation. Cette hypothèse expliquerait que les colonies apparemment détruites renaissent aux mêmes endroits quelques jours plus tard.

Les traitements de désinfection effectués depuis de nombreuses années ont exercé une pression de sélection sur les communautés microbiennes et celles qui prolifèrent aujourd'hui sont peu sensibles, voire résistantes, aux produits de désinfection. Cette hypothèse a été en partie vérifiée par Geneviève Orial qui a montré que les souches isolées de la cavité sont résistantes au formol. Le formol a été utilisé pendant de nombreuses années pour lutter contre la prolifération d'algues vertes, prolifération qui a justifié la fermeture de la cavité au public à partir de 1960. Par contre, ces souches sont toujours sensibles au Vitalub et on ne peut expliquer le redémarrage des colonies par un manque d'efficacité de la molécule ; ce qui tend à valider l'hypothèse du rôle primordial joué par *Pseudomonas fluorescens* dégradant cette molécule. Pour limiter la quantité d'eau utilisée pour une application et ainsi éviter d'augmenter l'humidité de la cavité, le Vitalub a été appliqué dans une solution alcoolique. Mais cette pratique a été remise en cause car l'éthanol constitue une source carbonée de choix pour les *Fusarium* spp. Cela souligne la complexité des problèmes rencontrés ; toutes les solutions proposées à ce jour présentent des inconvénients de diverses natures qui, soit les rendent inopérantes soit

Colonie de *F. solani* sous une colonie de *Trichoderma*.



les rendent dangereuses pour la conservation des gravures.

Outre *F. solani* et *P. fluorescens*, d'autres espèces fongiques et bactériennes sont isolées des parois de la cavité ; ce qui permet d'espérer un retour à un équilibre microbien qui empêcherait la prolifération de *F. solani*.

De nombreux experts ont proposé de recourir à une désinfection totale de la cavité. Outre la difficulté à réaliser une désinfection totale dans un tel volume et les dangers représentés par l'utilisation du bromure de méthyle ou des rayons ionisants, cette solution serait pire que le mal. Les agriculteurs qui ont recours à la désinfection des sols savent bien qu'il y a toujours recolonisation rapide et que la désinfection doit être répétée avant chaque culture. De plus, *F. solani* est certainement parmi les champignons les plus aptes à résister à la désinfection et les plus compétitifs lors de la recolonisation.

La lutte biologique par utilisation de bactéries antagonistes ou de *Trichoderma* spp. ne constitue pas une solution plus satisfaisante ; souhaite-t-on réellement remplacer des colonies blanches par des colonies vertes ?

Le plus sage est sans doute de laisser la cavité retrouver un équilibre biologique, en limitant, voire en arrêtant les traitements biocides. D'ailleurs, depuis que la fréquence des traitements a été ralentie, les restaurateurs ont vu apparaître des collemboles qui "broutent" le mycélium ne laissant qu'une poudre de déjections faciles à éliminer par aspiration. Il a semblé judicieux de tenter d'éliminer les colonies fongiques partiellement détruites par le traitement au Vitalub, pour éviter leur redémarrage. Un appareil original a été mis au point qui permet d'injecter sur la tache à nettoyer une très petite quantité d'eau qui est immédiatement ré-aspirée avec la matière organique qui a été décollée de la paroi. Ce type d'opération devrait permettre de diminuer à la fois la quantité d'*inoculum* résiduel et le support organique à partir duquel les micro-organismes prolifèrent.

Mais l'arrêt des traitements ne saurait être décidé sans qu'un suivi régulier de l'état sanitaire des parois soit assuré. Une cartographie précise des zones infestées permettrait de détecter sans délai un éventuel redémarrage des colonies fongiques. Il faudrait également définir à l'avance le type d'intervention à réaliser dès lors que la colonisation microbienne présenterait de nouveau un danger pour la conservation des gravures.

Il est intéressant de souligner les convergences entre les questions soulevées par ces contaminations microbiennes de la grotte de Lascaux et les problèmes rencontrés pour lutter contre les maladies des plantes d'origine tellurique. Force est de constater que, dans les deux cas, la mise en œuvre exclusive de la lutte chimique n'est pas une solution durable. Il convient de prendre en considération l'ensemble de l'écosystème pour proposer des moyens d'intervention moins drastiques permettant de maîtriser les équilibres microbiens de manière à éviter la prolifération de certaines populations indésirables.

Claude Alabouvette, Chantal Olivain,
UMR INRA-université de Bourgogne,
Microbiologie, Géochimie des Sols, Dijon

La migration postglaciaire de la Truffe noire du Périgord
révélée par son génome



Photo : Jean-Marc Olivier

Truffe noire.

Les truffes sont des fructifications résultant de symbioses ectomycorhiziennes entre des champignons et les racines d'un grand nombre d'arbres et d'arbustes. Les propriétés gustatives des prestigieuses Truffe blanche du Piémont (*Tuber magnatum*) et Truffe noire du Périgord (*T. melanosporum*) leur confèrent une forte valeur économique (3000-4000 euros/kg). Depuis des générations, les rabassiers [1] ont noté de fortes variations dans les qualités organoleptiques

[1] Ramasseurs de truffes, du nom provençal de la truffe : rabasso.

Cette étude n'aurait pas pu être réalisée sans la participation de trufficulteurs passionnés et l'aide de *Patricia Luis*.

Actualités scientifiques

de ces précieux champignons selon les lieux et les régions de récolte (Périgord, Provence...). L'incertitude règne encore sur l'origine de ces variations : "innées ou acquises", liées aux gènes ou déterminées par les variations des conditions de l'environnement, telles que les propriétés du sol, le climat...

L'analyse du polymorphisme génétique des truffes européennes a mis en évidence deux groupes d'espèces caractérisés par leur niveau de variabilité intraspécifique. Certaines espèces, comme la Truffe de Bourgogne, présentent une très forte variabilité génétique. Plusieurs individus, génétiquement différents, sont parfois récoltés sur une même truffière. En revanche, la Truffe blanche du Piémont et la Truffe noire du Périgord ont un polymorphisme génétique remarquablement faible : les régions génomiques étudiées sont souvent identiques chez une truffe récoltée en Provence ou dans le Périgord. Cette forte homogénéité génétique laissait donc supposer que l'essentiel de la variabilité des propriétés organoleptiques de la Truffe résultait des propriétés du sol.

Dans le cadre d'une vaste étude qui a engagé un large réseau de trufficulteurs, des équipes de l'INRA de Nancy et de Clermont-Ferrand ont constitué un fichier des empreintes génétiques des populations de Truffe noire du Périgord, récoltées sur l'ensemble de la zone de production française. L'examen de l'ADN ribosomique des truffes de plus de 120 localités révèle l'existence d'une dizaine de types génétiques (génotypes) dans le sud, le sud-ouest, l'est et le nord-est de la France (figure). Les génotypes I et II sont particulièrement abondants (60 et 28%), mais leur répartition géographique est très variable : le type I est prédominant dans l'ouest de la France et le type II dans l'est. Le type III, représentant 7% des truffes, est exclusivement détecté dans le sud-est (Provence, Vallée du Rhône) et le nord-est (Bourgogne, Lorraine). Les génotypes rares, IV à X, sont le plus souvent restreints à une seule localité. C'est le cas du génotype X récolté uniquement dans l'Hérault. Cette répartition géographique des populations actuelles pourrait bien s'expliquer par l'histoire postglaciaire de ce champignon. En effet, une analyse phylogéographique, basée sur les distances génétiques et géographiques (*nested clade analysis*), suggère que les populations de Truffe noire ont recolonisé la France, depuis des refuges glaciaires du nord de l'Italie, après les dernières glaciations via deux routes de migration. De la Provence, une population (ancêtre du type II) aurait colonisé les régions calcaires de la vallée du Rhône et aurait atteint la limite actuelle de la zone de distribution, la Lorraine. Une autre population (ancêtre du type I) aurait diffusé via le Roussillon et le Languedoc jusqu'au Périgord et aux régions atlantiques. Ces voies de migration recoupent celles connues pour les chênes, suggérant que la truffe a accompagné son hôte favori lors de la recolonisation post-glaciaire.

Cette structuration génétique des populations de *Tuber melanosporum* relance le débat sur l'origine des variations organoleptiques des fructifications. Les caractéristiques génétiques de la truffe pourraient bien se révéler aussi importantes que la nature du sol où se développe ce champignon. La mise en évidence d'une diversité intraspécifique permettra de caractériser les modes de reproduction et d'évaluer l'intensité des flux de gènes entre les populations des truffières sauvages et implantées. Ce polymorphisme génétique facilitera également le "typage" des différentes origines géographiques et permettra la mise en place d'outils de certification des produits récoltés.

Francis Martin, Claude Murat, Jesus Diez, Christine Delaruelle,
UMR INRA/UHP Interactions Arbres/Micro-organismes, Nancy
Chantal Dupré, Gérard Chevalier,
Amélioration et Santé des Plantes, Clermont-Ferrand


T. melanosporum.


T. uncinatum.

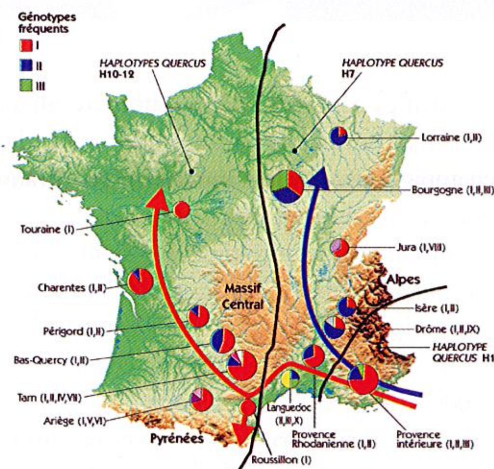

T. aestivum.

Photos : G. Chevalier

• La truffe, la terre, la vie, coord. G. Callot, INRA Éd., coll. Du labo au terrain, 1999, 210 p.
• Truffes d'Europe et de Chine, L. et G. Riousset, G. Chevalier, M.C. Bardet, INRA Éd., 2001, 184 p.

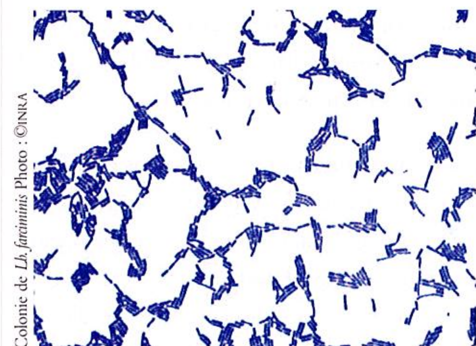
Distribution géographique des différents génotypes de Truffe noire du Périgord répertoriés

Génotypes	Régions
I	Toutes, à l'exception du Languedoc. Majoritaire dans l'ouest
II	Toutes, à l'exception du Jura, Roussillon, Ariège & Touraine. Majoritaire dans l'est
III	Bourgogne, Piedmont, Provence intérieure & Languedoc
IV	Tarn
V	Ariège
VI	Ariège
VII	Tarn
VIII	Jura
IX	Drôme
X	Languedoc



Mise en évidence de l'effet d'une bactérie lactique dans le traitement des troubles fonctionnels digestifs

L'unité de Neurogastro-entérologie et nutrition, située à Toulouse, travaille depuis 10 ans sur le rôle de l'alimentation dans les phénomènes inflammatoires digestifs et la sensibilité douloureuse intestinale.


Colonie de *Lb. farciminis* Photo : ©INRA

Elle vient de montrer, chez le rat, que l'ingestion pendant quelques jours d'une bactérie lactique, *Lactobacillus farciminis*, permet de soulager la douleur induite par une distension du côlon et de réduire une inflammation expérimentale de celui-ci. Si ces effets se confirment chez l'homme, l'utilisation de cette bactérie offre un espoir pour le traitement des troubles fonctionnels intestinaux, dont les causes restent mal connues et les traitements décevants.

Nous sommes partis d'une étude sur les nitrates, dont la toxicité est très controversée et médiatisée. Provenant du sol, les nitrates se retrouvent dans notre alimentation via l'eau, les légumes, la viande… Nous avons montré que les nitrates, à des doses proches de celles ingérées quotidiennement, réduisent une inflammation provoquée de l'estomac. C'est en fait l'oxyde nitrique (NO), produit dans l'estomac à partir des nitrates présents dans l'alimentation, qui exerce cet effet bénéfique.

Cet effet du NO a alors été testé avec succès sur le côlon, où se concentre la majorité des pathologies digestives. Dans l'optique d'un traitement, il fallait trouver comment amener par ingestion une source de NO à l'intérieur du côlon. Nous avons pensé qu'une bactérie productrice de NO, capable de résister à l'acidité gastrique, aux sels biliaires et aux enzymes pancréatiques, serait idéale. Parmi les bactéries productrices de NO connues, nous avons choisi *Lactobacillus farciminis*, une bactérie naturellement présente dans certains aliments (certaines salaisons et utilisée également dans certains levains de boulangerie). Nous avons montré que l'ingestion de cette bactérie pendant quelques jours a des effets anti-inflammatoires au niveau du côlon chez le rat et atténue la douleur induite par une distension colique.

Les avancées se situent d'abord au niveau des connaissances sur le NO. En fait, il existe en permanence dans les cellules intestinales une certaine quantité de NO, dit "endogène", qui peut avoir des effets protecteurs ou délétères selon les quantités produites et les fonctions régulées. Il semble que la production de NO par les cellules s'accompagne de la libération de molécules toxiques à hautes doses. Par contre, nous avons montré que le NO exogène, produit dans la lumière digestive à partir des nitrates, possède clairement des propriétés bénéfiques.

La deuxième originalité de ce travail est d'utiliser un micro-organisme présent dans l'alimentation comme vecteur pour transporter jusqu'à l'intérieur du côlon une molécule intéressante, en l'occurrence le NO. Au contraire d'autres bactéries, utilisées pour produire dans le tube digestif des lipases ou des cytokines, ce micro-organisme n'a subi aucune modification génétique. *Lactobacillus farciminis*, telle que nous l'utilisons, répond à la définition d'un probiotique, à savoir un micro-organisme dont l'ingestion a des effets positifs sur la prévention ou le traitement de pathologies spécifiques. Pour la première fois, nous avons mis en évidence un mécanisme d'action d'un probiotique avant de tenter un essai thérapeu-


Photo : Christian Slagmulder

Antibes vieille ville : charcuterie.

Lamine F, Fioramonti J, Bueno L, Nepveu F, Lobysheva I, Eutamene H, Theodorou V. Nitric oxide released by *lactobacillus farciminis* improves TNBS-induced colitis in rats. Scand J Gastroenterol, 2004, 39, 37-45.

Actualités scientifiques

tique. La démarche est en général inverse : les bactéries, choisies pour leur résistance aux conditions drastiques régnant dans le tube digestif, sont testées de façon empirique. Bien que connus depuis des siècles, les effets positifs de certaines bactéries lactiques dans des pathologies digestives telles que diarrhées, intolérance au lactose, n'ont été démontrés que récemment et les mécanismes impliqués restent hypothétiques.

Quels sont les développements futurs de ce travail ?

Les troubles fonctionnels intestinaux ne constituent pas une pathologie grave mais peuvent concerner jusqu'à un individu sur cinq en France. Caractérisés par des douleurs abdominales, ces troubles affectent la qualité de vie et ont un coût direct (consultations, examens, médicaments…) ou indirect (arrêts de travail…) important.

Les résultats que nous avons obtenus chez le rat sont encourageants pour envisager une efficacité de *Lactobacillus farciminis* chez l'homme.

Un brevet a été déposé par l'INRA pour l'utilisation de *Lactobacillus farciminis* dans le domaine du traitement des troubles fonctionnels intestinaux.

Avant toute utilisation thérapeutique de *Lactobacillus farciminis*, il reste plusieurs étapes à franchir (recherche de toxicité, essais cliniques…). Si ces résultats se révèlent positifs, une nouvelle approche rationnelle de l'utilisation des probiotiques aura été proposée.

Jean Fioramonti,
Neurogastro-entérologie et Nutrition, Toulouse

Identification de deux gènes de légumineuse
contrôlant des symbioses d'intérêt agronomique

Des chercheurs d'une unité mixte INRA-CNRS [1], en collaboration avec des chercheurs des États-Unis, de Hongrie et des Pays-Bas [2], viennent d'isoler et de séquencer deux gènes de la légumineuse-modèle *Medicago truncatula* impliqués dans les symbioses entre bactéries ou champignons et légumineuses, leur permettant de fixer l'azote de l'air et d'absorber le phosphore du sol. Les protéines codées par ces gènes, *DMI1* et *DMI3*, interviennent dans la signalisation intracellulaire déclenchée par des signaux moléculaires, secrétés par les symbiotes. Ces deux travaux concernant des symbioses de grand intérêt agronomique sont publiés par la revue *Science* sur *Science Express* [3].

Certains micro-organismes du sol sont capables de s'associer aux racines des végétaux pour former des symbioses dont certaines jouent un rôle écologique et agronomique très important.

Ainsi la symbiose mycorhizienne à arbuscules, qui résulte de l'association avec des champignons de l'ordre des Glomales, permet aux plantes d'améliorer leur nutrition hydrique et minérale, en particulier phosphatée. Il s'agit d'une symbiose très ancienne, plus de 400 millions d'années, qui semble avoir accompagné la colonisation du milieu terrestre par les végétaux, et concerne plus de 80% des espèces de plantes. Plus récente, environ 60 millions d'années, la symbiose qui s'établit entre des bactéries du sol, les *Rhizobium*, et des plantes de la famille des légumineuses, confère à ces dernières l'aptitude unique, parmi les plantes de grande culture, à se nourrir à partir de l'azote de l'air. En effet, les *Rhizobium* forment sur les racines de leur légumineuse-hôte des organes spécialisés, les nodosités, au sein desquels ils réduisent l'azote atmosphérique en ammonium, assimilable par la plante. Cette symbiose produit chaque année, à l'échelle de la planète, une quantité d'azote assimilable équivalente à celle synthétisée par l'ensemble de l'industrie mondiale des engrais.

Un trait commun à ces deux types de symbioses, par ailleurs très différentes à de nombreux égards, est que le micro-organisme symbiotique, après avoir été reconnu par la plante-hôte, est "autorisé" à infecter (de façon très contrôlée) les racines.

Première découverte : les facteurs Nod

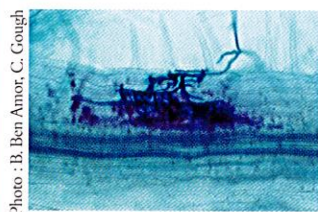
Dans le cas de la symbiose *Rhizobium*-légumineuses, ces équipes INRA-CNRS de Toulouse ont montré, dans les années 90 [4], que le processus permettant la reconnaissance entre les deux partenaires et la mise en place de l'interaction symbiotique implique la synthèse par

[1] Interactions Plantes-Micro-organismes INRA-CNRS, Toulouse - en collaboration avec l'unité de recherche en Génomique végétale, départements Génétique et amélioration des plantes et Biologie Végétale, INRA-CNRS Évry ; et l'unité de recherche de Génétique et écophysiologie des légumineuses, Dijon.

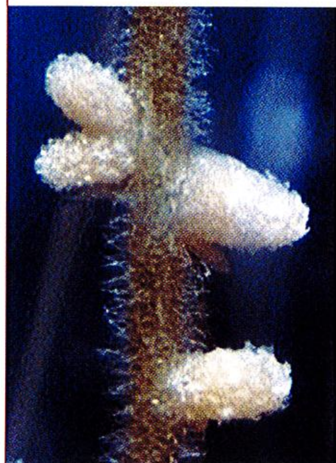
[2] Department of Plant Pathology, University of California, Davis, États-Unis ; Institute of Genetics, Szeged, Hongrie, Department of Plant Sciences, Wageningen University, Pays-Bas.

[3] Paper 21 : Medicago truncatula *DMI1* required for bacterial and fungal symbioses in legumes. Paper 22 : A putative Ca^{2+} and Calmodulin-dependent protein kinase required for bacterial and fungal symbioses. vol. 303, 27 février 2003. www.sciencexpress.org

[4] Voir *INRA mensuel* n°51, juillet 1990.


Photo : B. Ben Amor, C. Gough

Infection de la racine de la légumineuse modèle *Medicago truncatula* par le champignon mycorhizien à arbuscules, *Gigaspora margarita*.


Photo : Thierry Huguet

Nodosité fixatrice d'azote, induite par *Sinorhizobium meliloti* sur les racines de *Medicago truncatula*.

la bactérie de signaux extracellulaires de type lipo-chito-oligosaccharide, les facteurs Nod. Ces composés induisent une voie de signalisation déclenchant différentes réponses sur les racines de la plante-hôte, parmi lesquelles des oscillations périodiques de la concentration en calcium au niveau des poils absorbants.

Chez la légumineuse-modèle *Medicago truncatula*, des mutants affectés dans cette voie de signalisation, incapables de former des nodosités en présence de *rhizobium*, se sont avérés également incapables d'établir la symbiose avec les champignons mycorhiziens. Trois gènes, *DMI1, DMI2* et *DMI3,* ont ainsi été identifiés. Ils contrôlent des étapes communes aux voies de signalisation conduisant à la mise en place des deux types de symbioses.

Deuxième avancée majeure : le séquençage des gènes *DMI1* et *DMI3*

La même équipe de recherche INRA-CNRS [1] de Toulouse, en collaboration avec des chercheurs de Hongrie, des États-Unis et des Pays Bas, vient d'isoler et de séquencer deux de ces gènes, *DMI1* et *DMI3*. Le gène *DMI1* code pour une protéine largement répandue dans le règne végétal mais absente chez les animaux. Cette protéine est indispensable pour générer les oscillations périodiques de la concentration en calcium. Le gène *DMI3*, qui intervient plus en aval que *DMI1* dans la voie de signalisation, code pour une protéine capable de percevoir des variations de la concentration en calcium de la cellule et de transmettre le message en activant une (des) protéine(s)-cible(s) par transfert d'un groupement phosphate.

La caractérisation de ces gènes-clés, en permettant de mieux comprendre les mécanismes cellulaires et moléculaires contrôlant la mise en place de ces symbioses de grand intérêt agronomique, devrait permettre à terme d'améliorer leur efficacité.

L'étude du produit du gène *DMI3* pourrait également permettre de tenter de répondre à une question d'ordre plus fondamental : cette protéine peut-elle discriminer entre des signaux calciques d'origine bactérienne ou fongique, et activer en conséquence la voie de signalisation conduisant à la nodulation ou à la mycorhization ? Plus généralement, des protéines de ce type sont-elles capables de reconnaître l'origine d'une "signature calcique" d'après la fréquence ou l'amplitude des oscillations, et, en fonction de cette origine, de "choisir" d'activer une voie de signalisation plutôt qu'une autre ?

Communiqué de presse du 12 février 2004

Jean Dénarié, Frédéric Debellé, Charles Rosenberg,
Interactions Plantes-Micro-organismes INRA-CNRS, Toulouse

Espaces ruraux et aménagement du territoire

Ce dossier comporte :

- **une introduction** par *Jean Boiffin*
- **une présentation** par *Cécile Détang-Dessendre, Philippe Perrier-Cornet* que nous reprenons :

Le gouvernement français a engagé en 2003 une réflexion sur les évolutions législatives et réglementaires à mettre en place dans les espaces ruraux. Un projet de loi relatif au développement des territoires ruraux a été présenté par Hervé Gaymard au conseil des ministres début septembre. Le département d'Économie et de Sociologie rurales de l'INRA a participé par divers canaux à cette réflexion et a souhaité organiser une présentation synthétique des différents travaux menés depuis une dizaine d'années par les chercheurs de l'INRA sur ce thème des dynamiques économiques et sociales des espaces ruraux français.

Un élément essentiel des changements intervenus dans les dernières décennies réside dans le regain démographique du rural, qui fait suite à plus d'un siècle d'exode rural. Cette évolution positive résulte de la combinaison d'un bilan naturel négatif et d'un solde migratoire positif. Ce dernier, masque cependant deux phénomènes remarquables, d'une part l'importance des flux croisés entre différents types d'espaces et d'autre part, le caractère sélectif de la mobilité, avec des conséquences lourdes sur la population des espaces ruraux, marquée par son vieillissement continu et sa moindre qualification professionnelle. Ces mobilités entre villes et campagnes entraînent une extension continue des territoires péri-urbains qui couvrent en 1999 le tiers du territoire, parmi lesquels 90% sont des communes rurales. Ce développement de la fonction résidentielle de certains espaces ruraux correspond aussi à un mouvement de tri social dans l'espace, porteur de ségrégation sociale. Ainsi, la part des cadres dans la population salariée diminue plus vite avec la distance à la ville-centre que n'augmente celle des ouvriers. En corollaire, le revenu moyen par personne est le plus faible dans les couronnes péri-urbaines éloignées, malgré une amélioration sensible depuis 1984.

Ce regain démographique et les modifications de la structure de la population rurale qui l'accompagnent suscitent de nouvelles activités de services, modifiant en profondeur le tissu économique et la structure des emplois ruraux. Les services aux populations représentent plus de la moitié des emplois non agricoles des zones rurales et péri-urbaines. Les services admi-

INRA *Sciences sociales*
n°1-2/03 décembre 2003, 17e année

Sommaire :

Actualités scientifiques

nistrés y jouent un rôle central : les emplois dans l'éducation, la santé et l'action sociale connaissent des taux de croissance très nettement supérieurs à celui des emplois non agricoles pris dans leur ensemble, non seulement dans les communes péri-urbaines, mais aussi dans les espaces à dominante rurale. Ce développement spectaculaire des services aux populations se traduit également par une amélioration de leur accessibilité. Ce sont les services de santé de proximité qui apparaissent les plus proches de la population, tous types de bassins de vie confondus. Les zones où les niveaux d'accessibilité aux services sont les meilleurs sont aussi celles où les temps de trajet domicile-travail sont les plus longs. Les zones les moins bien desservies se retrouvent dans une large bande diagonale partant de la frontière espagnole jusqu'à la région Champagne-Ardennes.

Parallèlement au poids sans cesse plus important des services aux populations, le recul ininterrompu de l'emploi agricole a réduit considérablement le poids de l'agriculture dans l'économie rurale, sans que l'emprise de ce secteur sur le territoire ne s'affaiblisse pour autant. L'activité industrielle, quant à elle, résiste mieux dans ces espaces que dans les centres urbains, soutenue, d'une part, par la péri-urbanisation d'activités productives notamment pour accroître la capacité des équipements productifs et d'autre part, par les spécificités maintenues de l'industrie et de la main-d'œuvre rurales. La faible densité de l'offre et de la demande d'emploi conduit à des difficultés d'appariement plus marquées sur les marchés ruraux que sur les marchés urbains du travail. Ces difficultés et la moindre qualification de la main-d'œuvre rurale se conjuguent avec l'existence de relations interpersonnelles et contribuent à une stabilité plus forte de la relation d'emploi dans le rural, à des salaires plus faibles et à engendrer une spécialisation fonctionnelle des espaces.

Quelles perspectives ces mutations ouvrent-elles pour ces territoires dans les prochaines années ? S'appuyant sur une synthèse et une relecture des connaissances acquises sur les espaces ruraux, quatre scénarios de réflexion pour les campagnes françaises à l'horizon 2020 sont proposés. Entre la campagne résidentielle généralisée (scénario dans lequel les politiques économiques ne remettent pas en cause les leviers de la croissance démographique du rural), et les campagnes industrieuses et concurrentielles (scénario du développement économique du rural fondé sur l'entreprenariat et les initiatives locales, dans lequel le pouvoir central s'affaiblit au profit des pouvoirs locaux), deux scénarios sont proposés qui reposent sur l'importance croissante des préoccupations et politiques environnementales. Dans les deux cas, le développement résidentiel des campagnes est stoppé, l'activité agricole est réorientée dans le cadre d'une politique agricole commune environnementale, l'espace rural est principalement mobilisé pour la maîtrise de la qualité de l'environnement.

Les politiques territorialisées constituent un levier majeur du devenir des espaces ruraux français. Ceux-ci ont fait l'objet jusqu'ici d'un nombre important de mesures publiques spécifiques de la part de l'État. Devant les difficultés qu'elles rencontrent, les politiques rurales gagneraient à être inscrites dans une politique plus globale de l'aménagement du territoire. Se pose alors la question de la justification de l'aide des zones rurales, celle-ci ne pouvant pas être confinée au registre de la compensation. Par ailleurs, le grand mouvement de décentralisation de l'action publique concerne directement les espaces ruraux, en raison de la dispersion, de la faiblesse des moyens des collectivités et de leur hétérogénéité. La question en jeu est bien la redéfinition du rôle de l'État dans l'équité et la cohérence territoriales.

Les différentes contributions présentées dans ce dossier tracent un cadre général, elles permettent de rendre compte des grandes tendances d'évolution des espaces ruraux. Il ne faut cependant pas oublier la diversité, voire l'hétérogénéité très forte de ces espaces. Le regain démographique en caractérise la majeure partie mais certains espaces, notamment éloignés de l'influence des villes, continuent à perdre des habitants. L'industrie rurale résiste certes globalement mieux que l'industrie en zones urbaines, pour autant, certaines zones rurales connaissent une crise industrielle difficile. Les services aux populations se sont développés dans l'ensemble des espaces ruraux, cependant certaines zones restent encore sous-équipées… Il est donc important d'aller au-delà des constats généraux et de travailler sur les effets spatiaux et régionaux des phénomènes étudiés. ■

Brèves

Communiqué de presse du 23 février 2004

Lancement du deuxième programme de recherche AgriBio de l'INRA

Après avoir dressé le bilan du premier programme de recherche AgriBio fin 2003, l'INRA lance un second programme pour les trois prochaines années doté d'un financement incitatif de 450 000 € pour la période 2004-2006. Ces nouvelles actions de recherche devraient mobiliser près d'une vingtaine d'unités de recherche de l'INRA et l'équivalent de 30 chercheurs à temps plein ; ce qui correspondrait à un engagement budgétaire total de 15 millions d'euros sur 3 ans comprenant le financement des programmes et les coûts structurels pour le fonctionnement des labos.

Une partie de ce financement sera consacrée à des recherches propres de l'INRA, une autre partie sera attribuée à des recherches conduites en partenariat avec l'ACTA et l'ITAB dans le cadre de la plate-forme de coordination animée par le ministère chargé de l'Agriculture ainsi qu'avec l'ACTIA.

Les nouveaux sujets de recherches proposés en 2004 aux équipes scientifiques candidates sont :

- la qualité des protéines de blé, la valeur boulangère et la qualité du pain en Agriculture biologique,
- l'analyse de la conversion des exploitations en Agriculture biologique,
- l'impact environnemental de l'Agriculture biologique sur l'eau, l'air, le sol, la biodiversité, les paysages.

Par l'organisation de séminaires de recherche réguliers entre les porteurs de projets, des questions complémentaires pourront émerger. D'autres sujets initiés précédemment pourront être poursuivis, le cas échéant, comme l'étude des interactions entre le génotype des plantes et leur milieu, la lutte contre les maladies du bois en viticulture, la maîtrise intégrative du parasitisme des herbivores…

Contact : Bertil Sylvander, INRA-UREQUA
8 avenue René Laennec, 72000 Le Mans
sylvander@lemans.inra.fr
ou santoro@lemans.inra.fr

Presse info - décembre 2003

Spécial "3R" co-organisées par l'INRA et l'Institut de l'Élevage

Le tempérament du cheval, une nouvelle thématique de recherche à l'INRA

Savoir prédire le comportement d'un individu à partir de la connaissance de son tempérament dès le plus jeune âge dans une situation donnée, est l'objet de recherche dont les applications sont nombreuses. Depuis peu, une équipe se penche sur cette thématique, en focalisant leur étude sur le cheval, compagnon de l'homme dans plusieurs secteurs d'activités. Les travaux ne font que commencer mais déjà les perspectives sont prometteuses.

Paru également dans *Faisons le Tours*, n°57, décembre 2003.
Contacts : Frédéric Lévy, Léa Lansade.
Équipe Comportement, UMR INRA-CNRS - université de Tours de Physiologie - Haras Nationaux sur la reproduction et les comportements, Tours.

La viande de veau de Corse à la recherche d'une reconnaissance

Il existe en Corse deux types de veau nourris à l'herbe ; ce qui donne à la viande une couleur rouge clair à rouge soutenu : l'un produit en plaine, et l'autre appelé "manzu" produit en montagne, plus âgé bien que plus léger en carcasse. La viande de veau "de Corse" est donc visuellement différenciable, sur un linéaire, d'une viande de veau blanche. Une étude a été menée sur les bases possibles de différenciation de cette viande afin de donner de nouveaux atouts au développement de cet élevage utilisateur de ressources locales.

Contact : François Casabianca.
INRA, Recherche sur le développement de l'élevage, Corse.

Les jeunes femmes et la viande rouge : relation entre leurs attitudes et leurs consommations carnées

En France, environ 25% des jeunes femmes sont carencées en fer. La faible consommation de viande est le facteur nutritionnel principal qui explique cette carence en fer et l'anémie qu'elle en-traîne. Une étude a été réalisée afin de relier cette consommation de viande aux attitudes subjectives des jeunes femmes vis-à-vis de la viande rouge ainsi que leur réponse hédonique à des stimuli visuels et olfactifs. Cette étude confirme une moindre consommation de viande par les femmes et met en évidence des attitudes plus réservées vis-à-vis de la viande. C'est-à-dire que les femmes estiment être de petites mangeuses de viande par rapport aux hommes, qu'elles croient davantage que les hommes que la viande est destinée "aux travailleurs de force" et qu'elles réduisent, voire suppriment, la viande du repas plus facilement que les hommes quand elles mangent seules. Enfin, il ressort très clairement de ces travaux que manger de la viande rouge est très lié au plaisir de voir la couleur rouge de la viande crue et, dans une moindre mesure, cuite.

Contacts : Sylvie Rousset, Virginie Deiss.
INRA, Recherches sur la viande, Clermont-Ferrand - Theix - Lyon.

Cinquante ans de consommation de viande et de produits laitiers en France

Depuis les années cinquante, l'alimentation des Français s'est profondément transformée. La consommation alimentaire a beaucoup évolué, fruits, légumes et produits d'origine animale (viande et produits laitiers) se sont substitués au pain et aux pommes de terre. Une étude donne des clés pour comprendre les raisons de ces modifications profondes et suggère quelques hypothèses pour anticiper les évolutions futures.

Contact : Pierre Combris. INRA, Recherche sur la Consommation, Ivry-sur-Seine.

Coloration de la robe des bovins : découverte d'un allèle spécifique de la race Charolaise

La couleur de la robe chez le bovin est souvent une caractéristique de l'appartenance raciale de l'animal. Un certain nombre de gènes sont impliqués dans cette coloration. Après, le gène polymorphe *MC1R*, dont l'un des allèles (E) caractérise la couleur pie bringée de la race Normande, deux autres gènes de coloration, agouti et SILVER ont été étudiés. Pour ce dernier, ont été découverts deux allèles [1]. Si et si ; l'allèle si est responsable de la couleur blanc crémeux de la race Charolaise. S'inscrivant dans une démarche générale de traçabilité des aliments, ces travaux produiront à terme des outils moléculaires pour garantir l'origine raciale stipulée dans le cahier des charges des Signes officiels de qualité.

Contacts : Ahmad Oulmouden, Hubert Levéziel.
UMR INRA - université de Limoges Génétique moléculaire animale, Clermont-Ferrand - Theix - Lyon.

Maintenir la variabilité génétique et freiner la consanguinité lors de la sélection des bovins laitiers

La sélection génétique des bovins laitiers est source de progrès mais elle peut contribuer à un appauvrissement à terme de la variabilité génétique. Pour préserver cette variabilité et freiner la consanguinité, une équipe développe une méthode de gestion dynamique qui propose un contrôle des accouplements pour minimiser la parenté dans les populations tout en maintenant un progrès génétique satisfaisant. La méthode intervient à trois niveaux : en amont pour obtenir de futurs taureaux reproducteurs, en aval pour gérer les accouplements des reproducteurs existants et lors de l'agrément des candidats reproducteurs. Cette méthode, testée sur la race Normande, permet de réduire les parentés moyennes de 20 à 30%.

Contact : Jean-Jacques Colleau. INRA,
et Sophie Moureaux, Institut de l'Élevage, Génétique quantitative et appliquée, Jouy-en-Josas.

Dossier de presse spécial *"Innovations"* - novembre 2003

- Fourrure orylag® et Rex du Poitou® : deux valorisations issues d'une même recherche

Contact : Daniel Allain, Amélioration génétique des animaux, Toulouse.

- Locometrix®

Voir "INRA Transfert" à la rubrique "INRA Partenaire".

- Tester le métabolisme et la toxicité de nouvelles molécules sur modèles cellulaires in vitro pour réduire les expérimentations animales

Voir texte intégral dans la rubrique "INRA partenaire".

L'INRA au SIA. La qualité de nos aliments,

2004, 26 p. (conférence de presse).

Sommaire : l'INRA, acteur majeur de la recherche sur la qualité des aliments

La vache, l'herbe et le fromage : une histoire de goûts : une alimentation spécifique pour équilibrer les matières grasses dans le lait de vache et de chèvre •Le Comté : 50 ans de recherches sur la qualité •Le pavé d'Affinois (brevet de l'INRA) •De la diversité de la microflore et des terroirs naît la diversité des fromages •La variété microbienne crée la richesse sensorielle des fromages

Du raisin à la bouteille : la longue chaîne de l'élaboration du vin •Le Marselan •Des méthodes scientifiques pour cerner l'identité d'un vin •Impacts de la canicule 2003 sur la vigne et le vin •Des bactéries pendant l'élaboration du vin •La fermentation en œnologie

Fruits et légumes : la qualité passe aussi par le respect de l'environnement : la production fruitière intégrée, une exigence de qualité pour l'arboriculture •Intérêt des fruits dans notre alimentation •Du chou-fleur pour tous les goûts •La qualité des pêches

Du côté des consommateurs : Les informations sur la qualité des produits sont-elles pertinentes et crédibles pour les consommateurs ? •L'argument santé et la consommation de vin en France •Comment producteurs, critiques et amateurs construisent leur jugement sur le vin ? •Les consommateurs de pâté, à cheval sur l'étiquette ? •Les consommateurs de produits biologiques et leurs achats •Le Brocciu corse (accompagnement de l'AOC) •Quel avenir pour le modèle d'AOC dans le secteur viticole ?

[1] Un même gène peut présenter de petites variations, appelées allèles, chacun conduisant à la synthèse de protéines très légèrement différentes les unes des autres.

INRA Partenaire

INRA Transfert SA
Une nouvelle politique de valorisation

L'INRA a regroupé en 2003, dans sa filiale [1] "INRA Transfert", toutes les opérations rattachées à la valorisation : le courtage de licences et le transfert technologique de ses innovations scientifiques ainsi que la gestion administrative et financière de tous les contrats de licences de l'INRA. Ce regroupement vise à créer un portefeuille national cohérent qui englobera en 2004 le secteur végétal. Cette filiale accueillera également en 2004 une cellule de montage de projets européens en collaboration avec la DARESE.



Photo :G. Guyot

Jucann'Tech : conception d'équipements pour la production de jus de canne stabilisé. Fleurs de canne à sucre.

Transfert technologique et valorisation, bilan 2003

L'activité de transfert technologique a été soutenue puisque 18 nouveaux contrats de licences et 4 options de licences ont été signés en 2003 : 10 transferts technologiques portent sur des savoir-faire, 10 sur des brevets et 2 sur des logiciels. Le chiffre d'affaires des redevances des licences de moins de trois ans progresse significativement de 90% ; ce qui confirme le potentiel économique des innovations de l'INRA.

Le portefeuille d'INRA Transfert comprend maintenant 127 contrats (hors licences végétales gérées par Agri Obtentions en 2003) pour un chiffre d'affaires total de 1,16 million d'euros.

L'équipe de chargés de valorisation a réalisé 57 prestations de service de valorisation de brevets ou de savoir-faire INRA consistant soit à négocier des contrats de licences ou d'options de licence, soit à rechercher des partenaires industriels intéressés par un transfert technologique, soit à étudier le positionnement technico-économique ou réglementaire d'une invention ou la liberté d'exploitation d'un brevet de l'INRA.

Lancement d'un programme annuel de soutien à des projets de pré-valorisation

INRA Transfert a lancé en 2003 le premier appel à projets de pré-valorisation auprès des unités dont le but était de soutenir des programmes de développement ayant pour objectif la démonstration de faisabilité ou de validation de l'application industrielle d'une invention. Plus de 30 projets de bonne qualité ont été proposés.

Le comité technique de pré-valorisation, composé d'adjoints au partenariat, de juristes, des chargés de valorisation d'INRA Transfert et de représentants d'une structure de fond d'amorçage, CREAGRO et de l'ANVAR, a sélectionné 6 projets à fort potentiel de valorisation.

INRA Transfert, après une expertise économique, a choisi de financer 3 projets :

[1] Voir ATI *INRA mensuel* n°102 - décembre 1999, puis la transformation en INRA Transfert *INRA mensuel* n°117 - juillet-août 2003.

[2] Extraits de la présentation de Gérard Jacquin, directeur de l'Innovation INRA et président d'INRA Transfert, lors de "la journée de l'entrepreneur en biotechnologies" organisée par l'Institut Pasteur et Apax Partners le 21 octobre dernier à l'Institut Pasteur. Cette intervention se situait dans le cadre de l'atelier 2 "Continuer à Innover" qui cherchait à identifier les rôles respectifs de la recherche publique et des entreprises en termes de recherche et d'innovation, lors de la création puis sur la durée. L'INRA était invité pour la première fois à présenter le point de vue d'un établissement public de recherche dans le champ des biotechnologies.

[3] Voir plus loin dans cette même rubrique.

• le développement d'un vaccin contre la toxoplasmose animale
• la validation d'un marqueur génétique de l'hypercortisolémie
• la mise au point de génotypes de poule pour la production d'un œuf de qualité

Un nouvel appel à projets a été lancé en 2004 (date limite de réponse : 15 avril 2004). Les projets doivent être adressés à INRA Transfert et à l'adjoint Partenariat de son département.

Accompagner les projets de création d'entreprises [2]

Sur la base de résultats innovants et en complémentarité - le cas échéant - avec l'incubateur régional concerné, INRA Transfert aide à définir puis à formuler le projet d'entreprise en délimitant le savoir-faire ou la technologie brevetée qui pourra être transférée. INRA Transfert favorise la consolidation de la propriété industrielle des résultats engagés dans le projet d'entreprise et établit le contrat de transfert technologique (licence ou option de licence) de manière à assurer des conditions favorables aux investissements de recherche et développement et à la mise sur le marché des produits. En fonction de sa connaissance du secteur de la création d'entreprises, INRA Transfert peut fournir des pistes pour le financement de l'entreprise.

En 2003 INRA Transfert a accompagné 4 projets de création et une dizaine de jeunes entreprises innovantes basées sur des résultats de recherche de l'INRA. Cet accompagnement s'est traduit par la négociation et le suivi de contrats de transfert adaptés à la phase de démarrage de ces entreprises et par l'instruction, en concertation avec la DRH INRA des demandes de concours scientifiques ou de mises à disposition émanant des chercheurs à l'origine de la création : 8 demandes ont été traitées entre 2000 et 2002. Plusieurs de ces entreprises ont bénéficié des incubateurs régionaux, auxquels nous participons activement pour 10 d'entre eux.

L'accompagnement de l'INRA en matière de création, puis de pérennisation d'entreprises innovantes répond à trois types de situation en dehors des partenariats plus classiques avec des entreprises existantes :
- des projets émergents qu'il faut faire "mûrir" par un processus de prévalorisation en interne
- des sociétés de "service" qui valorisent un savoir-faire INRA et réalisent à court terme des prestations innovantes
- des Jeunes Entreprises Innovantes à fort investissement scientifique qui valorisent à moyen terme des connaissances plus génériques.

Les attentes et les offres d'accompagnement de l'Institut sont différentes suivant ces trois situations.

• Dans le premier cas, pour les **projets émergents**, l'objectif de l'INRA est d'optimiser la valorisation de son portefeuille de brevets et de savoir-faire. Pour cela, l'Institut et sa filiale INRA Transfert accompagnent les projets émergents au travers de financements destinés à accompagner la phase de maturation de la technologie. La réactivité est apportée par la filiale INRA Transfert qui procède par appel d'offre et qui attribue aux projets sélectionnés une dotation financière remboursable destinée à financer notamment des recrutements en appui aux scientifiques chargés de valider et de démontrer les applications de la technologie. INRA Transfert appuie les projets par des études de positionnement socio-économique. L'ANVAR et CREAGRO sont associés au processus de sélection. En 2003, trois projets ont bénéficié d'un soutien global de 150 000 euros. La recherche d'effets de levier est en cours pour rapidement atteindre un niveau de financement plus conséquent (entre 1 à 2 millions d'euros) et plus adapté aux besoins : pour la première sélection environ un projet sur 10 a été primé.

• Dans le second cas, la création de **sociétés de service** permet aux unités, à l'origine du savoir-faire, de se recentrer sur leurs missions de recherche et de transférer de manière régulière les avancées de la recherche et de les transformer en prestations de service innovantes et spécialisées. L'INRA offre des licences de savoir-faire et un hébergement de 3 à 6 ans avec mise à disposition de locaux et de moyens. Dans le domaine de l'analyse et du diagnostic, les sociétés Agrodiagnostic, Biosens, Sylvabio, GSC, Protéomic Solutions, Sferis, Sélectbiotics, Omega21, Aromalyse et Centauremetrix, de même que Jucann' Tech et Tropicaline dans le domaine des procédés, ont vu le jour avec l'aide de l'INRA (voir tableau).

• Dans le troisième cas, les **Jeunes Entreprises Innovantes** valorisent des technologies génériques INRA en adoptant des stratégies offensives sur des segments applicatifs porteurs ; elles doivent partager les valeurs notamment éthiques de l'INRA. L'offre INRA est diversifiée :
- sur le plan logistique, l'INRA peut accueillir les jeunes entreprises innovantes dans ses locaux et mettre à leur disposition des moyens de recherche et des équipements de laboratoire
- sur le plan de l'encadrement, l'INRA souhaite assurer l'incubation scientifique et technologique des projets au travers des conventions avec les incubateurs régionaux et accompagne le positionnement technico-économique des projets par le biais d'INRA Transfert dans les champs thématiques où l'INRA est légitime et reconnu

INRA Partenaire

Création d'entreprises

	Équipe de recherche	Année de création	Activités
• Bioprotein Technologies	L.M. Houdebine	1998	Production de protéines recombinantes dans le lait de lapine
• Crop Design	M. Caboche	1998	Biotechnologies appliquées à l'amélioration des semences
• GenOway	J.P. Renard	1999	Mise au point de souris transgéniques comme modèles de recherche /développement
• Vivalis	J.P. Renard	1999	Production de protéines recombinantes dans l'œuf de poule et de protéines vaccinales dans des cellules ES aviaires
• Agrodiagnostic	C. Poncet	1999	Diagnostic des maladies des plantes ornementales
• BioSens	J.L. Berdagué	1999	Analyse d'arôme pour l'agro-alimentaire
• Aromalyse	J.L. Le Quere	2000	Analyse d'arômes pour les secteurs de l'agro-alimentaire et de l'emballage
• Proteomic Solutions	J.C. Pernollet	2001	Analyse protéomique appliquée à l'agro-alimentaire, la pharmacie et l'environnement
• Selectbiotics	N. Boemare	2001	Identification de molécules antimicrobiennes à visée thérapeutique
• CentaureMetrix	E. Barrey	2001	Analyse de la locomotion chez l'homme et le cheval
• Jucann'Tech	L. Fahrasmane	2001	Conception d'équipements pour la production de jus de canne stabilisé
• Tropicaline	M. Mikolajczak J.L. Escudier	2002	Production de pur jus de banane
• GSC	R. Prost	2002	Analyse et diagnostic des sols contaminés
• SFERIS	A. Deloire A. Carbonneau	2002	Conseil en viticulture et en œnologie : détermination des potentialités qualitatives des parcelles viticoles
• Omega 21	J.L. Sebedio	2002	Analyse des corps gras spécifiques

Deux entreprises ont été en liquidation judiciaire : en 2001 Sylvabio créée en 2000 ("Traçabilité génétique du bois appliquée à la filière bois-forêt") et Digestar créée en 1998 ("Développement de souches bactériennes pour la prévention").

Christine Michel qui a établi cette brève présentation des entreprises créées avec l'INRA, est aujourd'hui adjointe au partenariat du département CEPIA à Nantes. Elle faisait partie de la filiale de valorisation ATI devenue INRA Transfert. cmichel@nantes.inra.fr

- sur le plan financier, dans le cadre de l'application de sa charte de la Propriété Intellectuelle [3], l'INRA accorde en phase de lancement des licences dans des conditions favorables d'exclusivité et de durée, sans

Bioprotein Technologies : production de protéines recombinantes dans le lait de lapines.

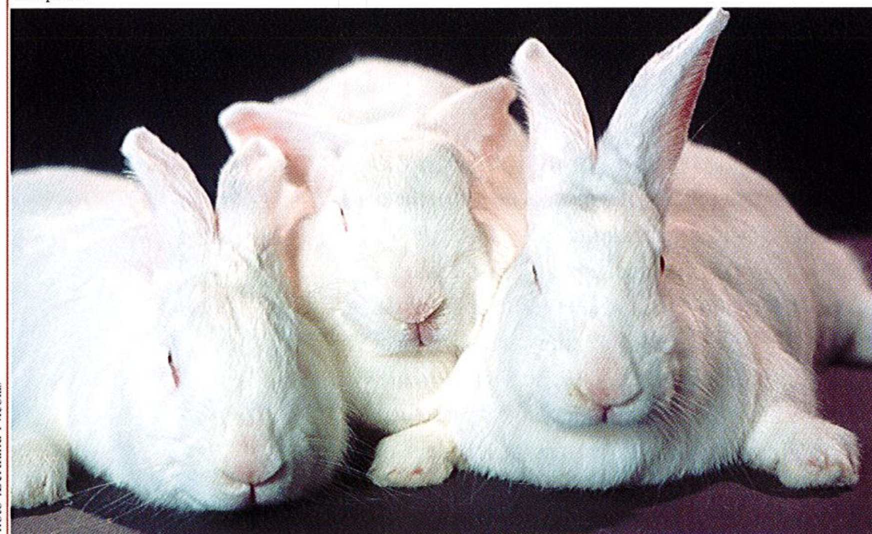


Photo : Bertrand Nicolas

CentaureMetrix : analyse de la locomotion chez l'homme et le cheval.

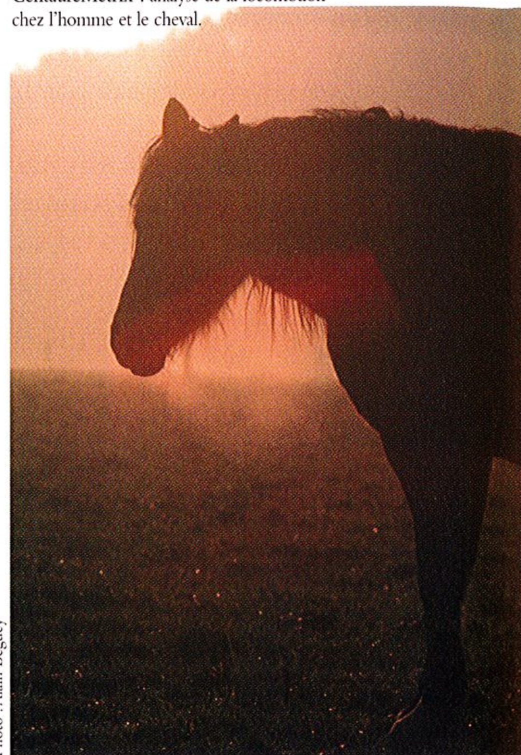


Photo : Alain Beguey

parler des conditions d'hébergement. Parallèlement, il les met en contact avec des fonds d'amorçage et de développement partenaires (CREAGRO et BIOAM) - c'est dans ce cadre que se sont créées les sociétés Bioprotein, Vivalis, GenOway, Crop Design et Digestar (voir tableau).

En 2003, INRA Transfert et l'INRA (DISI) ont créé le "Club entreprises" dont l'objectif est de rassembler les chercheurs de l'INRA, les PME/PMI et les Jeunes entreprises innovantes intéressés par le transfert de technologies et le partenariat laboratoire/entreprise. Il s'est réuni pour la première fois le 20 novembre dernier.

Quelques exemples de jeunes entreprises

qui se développent ou consolident leur portefeuille technologique à partir d'innovations issues de l'INRA :

• SFERIS : société de conseil en viticulture et en œnologie, elle développe les résultats des recherches de l'UMR INRA/ENSAM "Sciences pour l'œnologie", au centre de Montpellier, dans le domaine de la relation vigne/raisin/vin. SFERIS propose aux structures de production de la filière viti-vinicole des prestations utilisant des techniques d'analyses innovantes pour déterminer les potentialités qualitatives d'un terroir et caractériser le potentiel-vendange grâce à des indicateurs biochimiques.

Les créateurs de SFERIS sont deux docteurs ayant réalisé leur thèse à l'UMR "Sciences pour l'œnologie". SFERIS est accueillie dans l'incubateur LRI hébergé sur le site de l'ENSAM.

• GSC : cette société a été créée par un chercheur de l'INRA pour constituer un pôle de compétences sur l'analyse des éléments et des substances potentiellement toxiques et la gestion des sites et des sols contaminés, en s'appuyant sur un savoir-faire acquis au sein de l'unité de Science du Sol du centre de Versailles-Grignon. GSC propose, sous forme de prestations de service, un diagnostic des sols contaminés et des pistes pour un traitement adapté. GSC a bénéficié de l'aide de l'incubateur IDFI et est hébergée par le centre INRA de Versailles-Grignon.

• EPIGRAIN : l'UMR Ingénierie des Agropolymères et Technologies émergentes du centre INRA de Montpellier s'intéresse aux procédés physiques et physico-chimiques de transformation d'agro-molécules. Dans l'objectif d'accroître la valeur ajoutée au sein de la filière "blé dur", les pistes de développement de nouveaux produits à base de blé dur ont été explorées en collaboration avec une union de coopératives céréalières et un procédé de transformation des grains de blé verts en un produit de type "légume" analogue au maïs doux a été mis au point. Les conditions optimales de récolte et de transformation ont été définies pour obtenir un produit aux qualités organoleptiques satisfaisantes. Afin d'assurer la production et le développement commercial de ce nouveau produit, la société EPIGRAIN, adossée aux coopératives céréalières Languedoc Céréales, a été créée en octobre 2003.

• **Transfert de technologie dans le conseil en viticulture :** le laboratoire d'Écophysiologie et d'Agronomie viticole du centre INRA de Bordeaux a mis au point une méthode d'évaluation de la contrainte hydrique rencontrée en conditions viticoles basée sur la discrimination isotopique du carbone (rapport $^{13}C/^{12}C$) du jus de raisin. Cette méthode permet d'évaluer les potentialités des terroirs et des parcelles viticoles selon les contraintes hydriques rencontrées. La société SOVIVINS, lauréate du Trophée Œnovation en 2001 et créée en 2002, propose à ses clients viticulteurs toute une gamme de prestations de service allant de l'analyse de sol à la conduite de vinification. À la suite des contacts entre l'un des créateurs de la société, David Pernet, et le laboratoire INRA, la société a souhaité bénéficier des compétences techniques acquises par l'INRA pour l'évaluation de la contrainte hydrique afin de développer son offre de services. Un contrat de licence sur savoir-faire a été signé avec la société le 25 octobre 2002. Au-delà du transfert de technologie, ce contrat a permis d'initier des échanges continus entre la jeune société et le laboratoire.

Jean-François Quillien,
Directeur délégué du pôle Partenariat
Transfert Innovation (PTI) de la DISI.
Jean-francois.Quillien@rennes.inra.fr

L'INRA rend publique sa charte de la propriété intellectuelle

En tant qu'organisme de recherche publique finalisée, l'INRA a toujours été confronté à la recherche d'un équilibre entre diffusion libre des connaissances et protection juridique des résultats de ses recherches. En se dotant d'une "charte de la propriété intellectuelle", l'INRA situe sa responsabilité au-delà de la seule production de résultats, en s'impliquant dans l'utilisation qui est faite de ses travaux dans le développement d'innovations.

Les connaissances et résultats générés par l'INRA portent sur des objets de nature et de portée très variées : ressources génétiques, variétés végétales, logiciels, bases de données, méthodes et procédés, matériels biologiques, systèmes-experts...

La publication reste pour les scientifiques de l'INRA la voie classique de diffusion des résultats de leurs recherches. Cependant, l'INRA entend également encourager les innovations technologiques tout en restant vigilant et responsable quant à leurs applications, notamment dans tout ce qui touche à l'industrialisation du vivant.

Cette charte définit la politique de l'INRA en matière de propriété intellectuelle. Elle a pour objectif de maîtriser les conditions de la valorisation des résultats de ses recherches en combattant les risques d'appropriation de connaissances génériques et de ressources communes. Elle permet ainsi de faire profiter la société des avancées des recherches de l'INRA, notamment via le partenariat avec des entreprises privées, et en contribuant à générer des emplois scientifiques et technologiques en France et en Europe.

Outre l'affirmation des valeurs qui guident l'INRA en cette matière, la charte a une visée pratique. Elle servira désormais de texte de référence à tous les agents de l'Institut.

(D'après le communiqué de presse du 17 février 2004).

Elle est consultable sur www.inra.fr rubrique actualité.
Charte de la propriété intellectuelle (pdf)

Jean-François Quillien,
Directeur délégué du pôle Partenariat
Transfert Innovation (PTI) de la DISI.
Jean-francois.Quillien@rennes.inra.fr

INRA Partenaire

Tester le métabolisme et la toxicité de nouvelles molécules sur des modèles *in vitro* pour réduire l'expérimentation animale

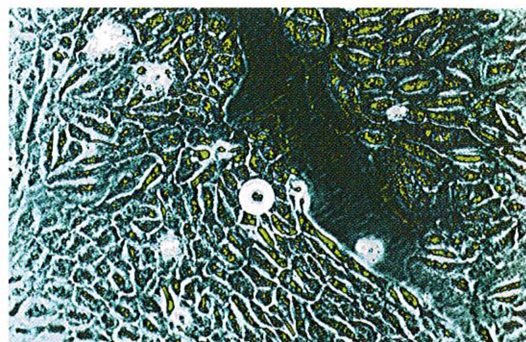
Un partenariat scientifique étroit a été établi entre le laboratoire INRA - UNSA de Toxicologie cellulaire, moléculaire et génomique [1] dirigé par Roger Rahmani et l'équipe Early ADMET de la société pharmaceutique Galderma R&D, portant sur l'utilisation de modèles *in vitro* pour évaluer le métabolisme et la toxicité des médicaments, tout en réduisant le recours à l'expérimentation animale. Les modèles cellulaires d'origines hépatique, spécialité du laboratoire INRA, et épidermique génèrent en effet des informations précoces et fiables sur le devenir et les effets des molécules à visée thérapeutique et phyto-pharmaceutiques.

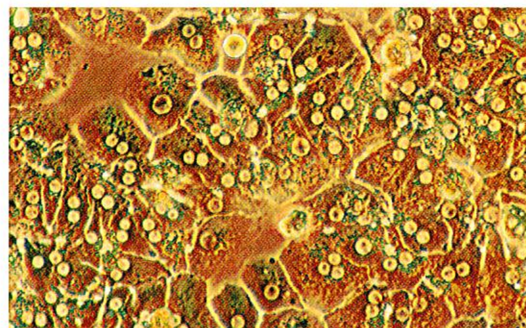
Depuis plusieurs années, un partenariat scientifique étroit s'est établi entre le laboratoire de Toxicologie cellulaire, moléculaire et génomique implanté au centre de recherches INRA de Sophia Antipolis et la société pharmaceutique Galderma R&D, localisée sur le même site : établissement de conventions de recherche, co-financement de bourses doctorales et post-doctorales, expertises scientifiques... Le laboratoire INRA héberge depuis 2 ans des personnels de cette société. Une convention de recherche a été signée le 11 juin 2002.

Galderma R&D, filiale des groupes L'Oréal et Nestlé, emploie actuellement 2200 personnes dans le monde et possède 3 centres de R&D, dont le plus important Early ADMET est situé à Sophia-Antipolis (320 personnes) ; elle est amenée à se développer de façon importante dans les deux ans à venir. Cette firme pharmaceutique a pour principale activité de recherche le développement de médicaments à visée dermatologique, allant de la synthèse de molécules à l'évaluation de leurs potentiels pharmacologique et toxicologique. L'objectif d'Early ADMET est de caractériser le plus en amont possible, à l'aide de modèles cellulaires, les propriétés pharmacocinétiques, métaboliques et toxicologiques des molécules nouvelles. Le laboratoire INRA possède une expertise complémentaire dans le domaine des modèles *in vitro* (hépatocytes et microsomes hépatiques d'origines humaine et animale) et de leurs applications pour des études de transport, de métabolisme et de toxicité des xénobiotiques (en particulier lors des phases de recherche et de développement pré-cliniques).

En effet, les modèles cellulaires et subcellulaires représentatifs de tissus tels que le foie (hépatocytes), l'épiderme (kératinocytes) ou l'intestin (entérocytes), sont capables de générer des informations précoces et fiables sur le devenir et les effets des substances chimiques, surtout lorsqu'ils sont couplés à des méthodes analytiques performantes. Ces modèles constituent déjà des outils incontournables lors des phases de recherche et de développement de nouvelles molécules et sont en outre fortement encouragés par les directives internationales d'évaluation des produits chimiques, car :

- éthiquement, ils permettent de réduire considérablement l'expérimentation animale
- scientifiquement, ils fournissent souvent des informations extrapolables à la réalité humaine
- économiquement, ils sont relativement faciles à mettre en œuvre et permettent de réduire la durée et le coût des études toxicologiques.





Photos : ©INRA

De haut en bas : ▶
• Culture de kératinocytes humains.
• Hépatocytes d'origine humaine en culture primaire.
Confrontées à la présence de xénobiotiques (médicaments, pesticides, polluants chimiques....) dans leur milieu de culture, les cellules hépatiques et épidermiques mobilisent et/ou régulent leurs systèmes de défense (détoxication, transport) et de survie (apoptose, nécrose) pour combattre et/ou s'adapter à ce stress chimique. La caractérisation précoce de ces mécanismes d'adaptation et des voies signalétiques impliquées, au moyen d'outils biochimiques, moléculaires, génomiques... permet d'optimiser le développement des molécules nouvelles.

[1] Laboratoire de Toxicologie cellulaire, moléculaire et génomique, UMR INRA/Université de Nice Sophia-Antipolis 1112 (Réponses des Organismes aux Stress Environnementaux).

C'est dans ce cadre que s'inscrit le partenariat scientifique entre le laboratoire INRA de Sophia Antipolis et l'équipe Early ADMET de Galderma R&D. Il a pour finalité de mettre en synergie les approches scientifiques des 2 groupes (métabolisme, toxicologie cellulaire, moléculaire et génomique des produits chimiques) et leurs outils respectifs (cultures cellulaires, puces à cDNA, protéomique, systèmes d'analyses physico-chimiques sophistiqués), au service d'une meilleure compréhension (et prévision) du devenir et des impacts des xénobiotiques (médicaments, pesticides…) chez l'homme. C'est grâce à une telle synergie que l'on aboutira au développement de nouveaux tests *in vitro* permettant de caractériser les propriétés ADMET (Absorption, Distribution, Métabolisme, Elimination et Toxicité) de composés innovants, offrant une efficacité optimale et une moindre toxicité pour l'homme, que ce soit dans le domaine de la pharmacie ou de l'agrochimie.

Un parallèle peut de fait être établi entre la mise au point d'un nouveau médicament et d'un nouveau pesticide, qui font tout deux l'objet d'un processus de développement complexe, long et coûteux. En effet, sur 10 000 molécules initialement pressenties comme "produits candidats" (synthèse, isolement, chimie combinatoire), seules 1 ou 2 parviendront finalement à l'Autorisation de Mise sur le Marché (AMM), au terme de nombreuses années de recherche et de développement (10-12 pour les médicaments), représentant un investissement global de plusieurs centaines de millions d'euros (pour les médicaments).

Les phases de recherche et de développement d'un médicament sont classiquement subdivisées en 2 volets complémentaires :
• d'une part, des études précliniques : caractérisations physico-chimiques, exploration des effets pharmacologiques et toxicologiques, analyse des caractéristiques ADME (Absorption, Distribution, Métabolisme, Elimination) optimisation des formulations
• d'autre part, des études cliniques : (Phases I à III) : évaluation de la tolérance et du devenir du produit dans l'organisme, analyse de l'efficacité et des effets secondaires sur un petit nombre de patients volontaires, enfin, confirmation du rapport efficacité/tolérance sur un grand groupe de malades. Après avoir franchi avec succès ces trois étapes, le médicament peut ensuite "postuler" pour une Autorisation de Mise sur le Marché, une Phase IV se poursuivant lorsque le produit est commercialisé.

Les phases de recherche et de développement des produits phytopharmaceutiques sont globalement aussi complexes, longues et onéreuses mais elles mettent plus l'accent sur l'évaluation des risques vis-à-vis de l'écosystème et des populations qui y habitent (dont l'homme). Des données médicales y sont également requises mais les études écotoxicologiques prennent une place prépondérante.

Cette collaboration scientifique entre l'INRA et Galderma R&D permet au total une meilleure compréhension des processus biologiques liés à la pharmacologie et à la toxicologie des nouvelles entités chimiques d'intérêts pharmaceutique et phytopharmaceutique, tant au niveau hépatique que cutané.

Enfin, sur cette base, un Groupement d'Intérêt Scientifique (GIS) impliquant d'autres centres de recherche publics et privés que l'INRA est en cours de constitution, pour associer des expertises complémentaires en matière de chimie, agronomie, santé et génomique, au service d'une meilleure caractérisation, voire prévision, des impacts toxicologiques des produits chimiques vis-à-vis de l'homme et de son environnement. Ce partenariat, encouragé par les nouvelles directives européennes, permettrait de répondre de manière efficace à une demande scientifique et sociétale pressante, dans le domaine de l'estimation du risque chimique.
Ce sujet a été évoqué dans *Presse info* de novembre 2003.

Roger Rahmani,
Toxicologie cellulaire, moléculaire
et génomique, Sophia Antipolis
rahmani@antibes.inra.fr

30 ans de partenariat entre chercheurs et pépiniéristes

Dès la création du laboratoire d'amélioration des arbustes d'ornement [1] du centre INRA d'Angers, dans les années 70, des pépiniéristes se sont rassemblés dans SAPHO pour créer et sélectionner avec l'INRA des variétés d'arbustes d'ornement innovantes. Lors du Salon du Végétal en février 2004 [2], SAPHO et INRA ont fêté ces 30 ans de partenariat.

Le partenariat entre l'INRA et les professionnels de la pépinière pour contribuer à l'amélioration des variétés et la diffusion de l'innovation est ancien. Le SAPHO, d'abord constitué en syndicat (Syndicat pour l'Amélioration des Plantes horticoles d'ornement), a passé convention avec l'INRA le 7 mai 1974 pour exploiter en exclusivité les variétés produites et protégées. Le statut juridique a changé mais l'objectif essentiel reste aujourd'hui le même, l'édition de variétés nouvelles. Cette première forme de collaboration

[1] Ce laboratoire a été créé au sein de la station d'arboriculture fruitière devenue unité d'Amélioration des espèces fruitières et ornementales puis GenHort (INRA-INH-Univ.Angers UMR) au 1er janvier 2004.

[2] Ce salon professionnel des produits de l'horticulture et de la pépinière a lieu tous les ans à Angers, troisième semaine de février. Le 19ème salon a accueilli 598 exposants venant de l'Europe et a compté 17 600 visiteurs, les 18, 19 et 20 février.

INRA Partenaire

a permis au laboratoire en charge de l'amélioration des arbustes d'ornement créé en 1972 d'acquérir une bonne connaissance du milieu professionnel, de percevoir la force de l'innovation dans ce secteur et de mieux raisonner les objectifs de sélection.

En 1982, plusieurs pépiniéristes, membres du SAPHO, ont constitué un GIE pour contribuer techniquement et financièrement au développement de variétés de *Pyracantha* résistantes au feu bactérien et à la tavelure. Le GIE SAPHYR a développé une gamme de quatre variétés sous cette marque en co-obtention avec l'INRA. Ce programme s'étant achevé avec succès, un nouveau GIE a vu le jour en 1989 pour participer, dans les mêmes conditions, à la mise en œuvre d'un programme plus large et plus ambitieux d'innovation variétale dans les genres *Caryopteris, Lavatera, Hydrangea, Clematis, Cotoneaster* et *Lonicera.* Les trois premières variétés nouvelles sont déjà commercialisées par le GIE SAPHINOV, une autre est en demande de protection et une trentaine sont encore en expérimentation dans les entreprises.


Photo : O. Pantin

Lavatère 'Inovera' CHAMALLOW®.


Photo : A. Cadic

Forsythia 'Courdijau' GOLDEN PEEP®. Cette dernière variété est commercialisée seulement aux USA.

Le GIE SAPHINOV, qui rassemble 14 pépiniéristes français, a investi 822 000€ dans les recherches en partenariat avec l'INRA. SAPHO, qui associe 18 pépiniéristes français et collabore avec 25 pépiniéristes et horticulteurs sous-licenciés en Europe, dispose d'un catalogue de 50 variétés protégées par COV et vend 2 millions de plantes chaque année en Europe.

À ce jour, la collaboration entre l'INRA (Angers) et les professionnels dans le domaine de la génétique et de l'amélioration des espèces de pépinière a permis la création, la protection et la diffusion, principalement à partir de 1985, de 25 variétés diffusées officiellement en Europe, pour un total de 6,5 millions d'unités correspondant à autant de "*labels*", preuves du paiement de la redevance (ou "*royalty*") associée à la protection. Plusieurs variétés ont été multipliées aux États-Unis sous licences. Certaines ont été primées au salon du Végétal "Concours Innovert" et à Hortimat, deux salons professionnels du secteur horticole d'ornement. La diffusion de certaines variétés de *Forsythia* et de *Pyracantha* a avoisiné le million de sujets.

Agri Obtentions SA, une filiale de l'INRA, assure la gestion administrative du portefeuille de variétés de l'INRA ; cette société est également partie prenante dans les accords de partenariat précédemment cités. Les variétés sélectionnées et diffusées : *Budleja* 'Courtabud' OPERETTE®, *Caryopteris* 'Inoveris' GRAND BLEU®, *Cotoneaster* 'Belka' SAPHYR® Green, *Forsythia* 'Courtacour' BOUCLE D'OR®, *Forsythia* 'Courtadic' MELISA®, *Forsythia* 'Courtalyn' WEEK-END®, *Forsythia* 'Courtaneur' MELEE D'OR®, *Forsythia* 'Courtasol' MAREE D'OR®, *Lavatera* 'Inovera' CHAMALLOW®, *Malus* 'Courtabri' POMZAÏ®, *Malus* 'Evereste' PERPETU®, *Malus* 'Courtarou' COCCINELLA®, *Pyracantha* 'Cadange' SAPHYR® Orange, *Pyracantha* 'Cadaune' SAPHYR® Jaune, *Pyracantha* 'Cadrou' SAPHYR® Rouge, *Thuja* 'Courtapli' VERIGOLD®, *Thuja* 'Courtatu' VERIVER®, *Ulmus* 'Naguen' LUTECE®, *Weigela* 'Courtamon' FELINE®, *Weigela* 'Courtadur' GRENADINE®, *Weigela* 'Courtalor' CARNAVAL®, *Weigela* 'Courtanin' NAIN ROUGE®, *Weigela* 'Courtared' LUCIFER®, *Weigela* 'Courtatom' COULEUR D'AUTOMNE®, *Weigela* 'Courtavif' RUBIVIF®. Ces plantes sont protégées par COV et marque déposée.

Au cours de cette cérémonie, des "coccinelles", l'emblème de SAPHO, ont été remises aux créateurs et responsables de SAPHO : Luc Decourtye, chercheur INRA, aujourd'hui à la retraite, qui a été à l'initiative de ce rapprochement avec les pépiniéristes ; Xavier Gomart, directeur général des Pépinières Minier, en hommage à Robert Minier à l'origine des discussions avec l'INRA ; Gérard Dupont qui a été le premier président de SAPHO ; André Briant pour sa forte contribution à la diffusion des nouveautés et qui a également présidé SAPHINOV depuis sa création. Éric Renault a été honoré pour le travail qu'il a fait à la tête de SAPHO de 1993 jusqu'en 2003, responsabilité qui vient d'être transmise à Pascal Pinel, directeur d'André Briant Jeunes Plants. La présidence de SAPHINOV est maintenant assurée par Jean-Paul Davasse, responsable technique des Pépinières Minier.

Louis-Marie Rivière, président du centre INRA d'Angers, a exprimé sa satisfaction et sa confiance dans ce partenariat exemplaire avec des entreprises dynamiques dans lesquelles de jeunes cadres ont pris la relève avec l'intention de poursuivre cette expérience initiée par leurs aînés.

Jean-Luc Gaignard,
Chargé de Communication, Angers
gaignard@angers.inra.fr
Alain Cadic,
UMR GénHort, Angers

Edgard Pisani Un vieil homme et la Terre.

Neuf milliards d'êtres à nourrir. La nature et les sociétés rurales à sauvegarder

Une crise sans précédent affecte aujourd'hui les rapports que l'homme entretient avec l'une des plus anciennes de ses activités : l'agriculture. Au-delà, c'est une certaine façon d'habiter la planète -et de se nourrir- qu'il s'agit de réinventer. À vouloir forcer la terre, nous prenons le risque de la détruire. À mondialiser imprudemment les marchés agricoles, nous mettons en péril les cultures paysannes spécifiques. À industrialiser trop systématiquement le travail agricole, sur toute la planète, nous chassons les paysans vers les villes, le déracinement, le sous-emploi. Celui qui fut, notamment, l'un des meilleurs ministres de l'Agriculture de la France -aujourd'hui le plus unanimement respecté- ne se contente pas de mettre en garde l'opinion et les gouvernants. Il fait huit propositions concrètes pour sortir de notre aveuglement. Au passage, il revient sans complexe sur la politique productiviste dont il fut, jadis, un acteur. Elle n'est plus de mise.

Edgard Pisani, Éd. du Seuil, 2004, 240 p., 20 €.
Site de débats : www.vieilhommeetlaterre.com

Parmi de nombreuses autres responsabilités, Edgard Pisani a été ministre de l'Agriculture dans les cabinets Michel Debré de 1961 à 1962 et de Georges Pompidou de 1962 à 1966.



Photo : Jean Weber

Visite d'Edgard Pisani à Jouy-en-Josas années 60.

Premières images.
Enfant, préfet et sénateur

Étant enfant, comme chacun, je mangeais des fruits, de la viande, du pain, je buvais du lait sans me demander comment ils étaient là sur notre table, sans me demander comment ils existaient. Et puis, un jour, j'ai vu de magnifiques cerises se balancer parmi les feuilles du grand arbre de notre jardin. Quelques mois plus tard... des figues aux branches d'un figuier ! J'ai vu un bourricot en monter un autre ! Interrogé, mon père m'a dit que tout ce qui était sur notre table avait été produit par ceux qui travaillaient la terre ou élevaient des animaux. Il m'a expliqué que son métier était d'extraire un minerai qui existait tandis que le métier du paysan était de tirer de la vache, de l'arbre, de la terre ce qui n'existerait pas sans son travail. Il m'a dit un tas de choses que j'ai oubliées mais qui restent.


Photo : J. Bonnemaire

Récolte du blé dans les collines himalayennes du Népal. Récolte manuelle des épis en pinçant les tiges entre deux baguettes de bois et en tirant.

Avant-propos Ce livre n'est pas celui d'un agriculteur, encore moins d'un paysan. Il est celui d'un citadin à qui la tâche a été jadis confiée de suivre les problèmes de l'agriculture, que la modernité marginalise alors que le monde ne peut rien sans elle. Il n'est pas fait pour informer mais pour alerter. Pour mobiliser. Les agriculteurs, mais aussi les responsables politiques, les acteurs économiques, les chercheurs, les citoyens, car tous sont concernés. Mon propos est de les provoquer parce qu'ils sont trop souvent inconscients de la nature même du problème que l'agriculture nous a toujours posé, qu'elle a posé à tout le monde et qu'elle pose aujourd'hui plus que jamais. Garante de notre subsistance, elle concerne notre sécurité. Elle est le plus ancien des problèmes politiques et les économistes nous fourvoient lorsqu'ils proclament que cette vision est dépassée puisque nous pouvons nous approvisionner sur les marchés mondiaux. Les problèmes de sécurité ne relèvent pas seulement de leur discipline.

Ce qui se passe aujourd'hui m'inspire plus d'inquiétudes que d'espoir. À vouloir "forcer" la terre nous prenons, en effet, le risque de la voir se dérober. À vouloir mondialiser le marché, nous faisons fi du besoin que tous les peuples ont de vivre à leur manière, du travail de leurs terres. À industrialiser le travail agricole, nous chassons des paysans dont les villes et les usines ne savent plus que faire.

Le livre est composé de quatre parties. Il avance huit thèses.

- La première partie dit les découvertes et travaux de mon "si long chemin".
- Faisant le bilan d'un demi-siècle "productiviste" qui nous a écartés de "l'ordre éternel des champs", la deuxième partie est une invitation à la recherche d'une politique.
- La troisième partie expose en termes précis une "Politique agricole alimentaire, rurale et environnementale européenne".
- Les cinq "adresses" qui constituent la quatrième partie expliquent les différents aspects de cette poli-


Photo : Jean-Paul Chassany

Puits pour abreuver les ovins et les caprins dans le sud tunisien.

tique nouvelle. Elles les expliquent à des citadins, consommateurs et contribuables ; aux membres de la commission de l'Agriculture du Parlement européen ; aux ambassadeurs qui, représentant les nations du monde, peuvent comparer faim et gaspillage, confronter développement et sécurité ; aux chercheurs qui ont tant fait et dont la démesure nous effraie, voire nous menace ; aux jeunes agriculteurs enfin qui affrontent les complexités d'un métier qui n'est plus celui que leurs aînés ont pratiqué mais qui demeure.

• Une conclusion présente quelques réflexions sur "Vie, homme, terre, temps et politique".

• En annexe, un "glossaire" explique certains mots techniques et précise le sens d'autres mots auxquels la vie m'a conduit à donner un sens différent de celui que me suggéraient les dictionnaires.

Venons-en aux huit thèses :

• L'agriculture, l'industrie alimentaire, le commerce pourvoient à notre subsistance, dont le politique doit garantir les sécurités quantitative et qualitative.

• En aurait-il la capacité, l'Occident ne peut avoir l'ambition d'assurer la subsistance des neuf milliards d'humains annoncés. Pour y parvenir, le monde a besoin de toutes les agricultures du monde. Chaque pays a le droit de se nourrir lui-même*. Les plus pauvres ne peuvent exister autrement. Pour que le monde trouve ses équilibres, il faut qu'ici soit mise au point une agriculture productive respectueuse de la nature et que, là, soit inventé un paysannat moderne qui nourrisse et retienne les multitudes de ruraux que la ville ne peut accueillir.

• La lutte contre la misère et la faim, dans le monde et dans chacun de nos pays, n'exclut pas la charité mais relève de la justice. Du principe de précaution, aussi.

• L'Occident a un modèle de consommation et un niveau de vie gaspilleurs dont la généralisation épuiserait toutes les ressources naturelles du monde en moins d'une génération. Vivant sans gaspiller, l'Occident peut vivre mieux. C'est là désormais qu'il lui faut inventer.

• Les cours mondiaux étant déprimés et variables, l'Union européenne et les États-Unis dispensent aux agriculteurs des subventions qui dépassent souvent la moitié de leurs revenus. Il est temps que les producteurs puissent vendre sur le marché intérieur leurs productions à des prix correspondant à leurs coûts. L'Union européenne doit y atteindre de telle sorte que l'exportation de ses excédents ne concurrence pas les productions agricoles des pays en développement.

• L'agriculture doit respecter la nature. Les agriculteurs doivent l'entretenir. La production n'est plus leur seule activité. Ils accomplissent désormais des tâches d'intérêt général qui concernent l'environnement naturel et la société rurale. Elles doivent être reconnues.

• Recherche médicale et recherche agronomique associées ont permis des progrès importants en matière de santé, d'alimentation et de reproduction. Elles en arrivent à des audaces qui mettent en cause nos héritages naturels et, souvent, nos convictions. Il n'appartient ni aux chercheurs ni au marché d'en dire la légitimité. Mais à la société seule, éclairée par les chercheurs eux-mêmes.

• La sagesse suggère que société globale et monde agricole concluent, dans chaque ensemble politique, qu'il soit national ou régional, un pacte assurant à la première la sécurité alimentaire et l'environnement dont elle a besoin ; au second, l'équilibre durable sans lequel il ne peut continuer d'accomplir ses tâches. ■

* Voir sur ce thème, Bertrand Hervieu "La sécurité alimentaire mondiale face au défi du développement durable" *INRA mensuel*, n°114, octobre 2002, p.26-33.

Retraités

Si vous désirez continuer à recevoir "l'INRA mensuel" bien évidemment à titre gratuit, lorsque vous partez à la retraite, faites-le nous savoir en indiquant votre adresse même si celle-ci n'a pas changé.

INRA mensuel
Mission Communication
147, rue de l'Université
75338 Paris cedex 07

Courrier

Prévention

J'ai été quelque peu surpris de la photo publiée page 6 dans le cahier "INRA 2020" d'octobre 2003.

Un examen sous loupe binoculaire n'est certes sans doute pas une manipulation à risques, mais quand même, question sécurité, avoir choisi une photo où la personne en train de manipuler porte quatre bagues visibles (dont trois en tout premier plan !) ne me paraît pas être un bon exemple en interne ni, en externe, une bonne image de la prévention à l'INRA...

Pierre Morlon, Dijon

L'INRA en mots croisés

... Il y a déjà près de 17 ans que j'ai quitté l'INRA. Néanmoins, je m'intéresse toujours aux problèmes agricoles. Je vous adresse un mot croisé paru dans "Libération", que vous connaissez peut-être déjà, en vous laissant le soin d'apprécier la définition qui me semble un peu critique. *Michel Berrez*

LES MOTS D'OISEAU N° 2135

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
I	P	A	S	R	A	N	G	E	S
II	A	N	T	I	M	O	I	N	E
III	R	U	A	D	E	■	T	A	C
IV	E	R	R	E	■	B	A	■	R
V	N	I	■	A	V	A	N	I	E
VI	D	E	D	U	I	S	E	N	T
VII	R	■	E	X	T	A	S	I	E
VIII	O	I	C	■	E	L	■	T	U
IX	I	N	C	A	S	■	M	I	S
X	T	R	A	N	S	M	U	E	E
XI	S	A	N	I	E	U	S	E	S

H: I. En désordre. - II. Corps simple qui rend plus durs les métaux auxquels on l'associe. - III. Fait se soulever le train arrière. On y répond aussitôt de la même façon. - IV. Train. Demi train. - V. Perturbe gravement le temps avec le premier du 6. Un affront public. - VI. Inférent. - VII. En plein transport. - VIII. Seigneur des anneaux visionné à l'envers. C'est lui dès qu'on franchit les Pyrénées. Pronom. - IX. Le quipu leur permettait d'enregistrer de nombreuses données administratives. Fichu. - X. Profondément changée. - XI. Purulentes.

V: 1. Çà et là. - 2. Rend le pistolet dérisoire. On l'aimerait plus soucieux du principe de précaution dans la culture. - 3. Produit d'une sinistre académie. Partie péninsulaire de l'Inde. - 4. Courts et embrassés s'ils sont bonne femme. Arméniens et Turcs s'y affrontaient déjà il y a près de mille ans. - 5. Principe de vie. Autre train encore. - 6. Cf. le premier du V. Essentiel. Grecque. - 7. Sèches, et de plus en plus chères. Poussés. - 8. Fait de bonnes promotions pour le grand public. Bien (in)formée. - 9. Ont une fonction d'élaboration aussi naturelle que substantielle.

Le Point

Plusieurs résultats de recherche sont parus récemment au sujet de bactéries qui jouent un rôle important en hygiène alimentaire. La complexité de leur mode d'action, leur implication, aussi bien dans des pathologies que dans des médications… nous ont menés, sur une proposition de Marc Chambolle, à solliciter la rédaction d'une synthèse auprès des équipes concernées. Celles-ci ont remarquablement réussi à faire ressentir les perspectives passionnantes ouvertes par la compréhension de ces phénomènes.*

Ce "Point" présente les différentes approches des équipes afin de mieux saisir la diversité et la complémentarité des recherches en microbiologie menées à l'INRA : études génomiques, régulation de l'expression génétique, croissance et production de toxines, pathogénie, adhésion aux surfaces et résistance aux procédures de nettoyage.

Une partie du texte est reprise en accord avec les auteurs et l'éditeur du "Bulletin de la Société française de Microbiologie", juin 2003, vol.18, n°2. Nous les remercions vivement.

* Marc Chambolle représentait la direction scientifique Nutrition humaine et sécurité alimentaire au comité de lecture. Il est parti à la retraite. Nous le remercions de ses années de contribution aux réflexions et aux réalisations d'INRA *mensuel*.

Bacillus cereus, le bon, la brute et le truand

Bacillus cereus est l'archétype éponyme d'un vaste groupe bactérien, le "parent" de cinq autres espèces, dont les deux très médiatiques *Bacillus thuringiensis* (le bon) et *Bacillus anthracis* (la brute). L'espèce *Bacillus cereus* (le truand) est quant à elle multiple et ambiguë : simple contaminant de l'alimentation, pathogène émergent, opportuniste accidentel ou encore bactérie bénéfique. Les marques qui définissent ces espèces sont ténues et flexibles. Si *B. anthracis* semble faire bande à part pour former une espèce monomorphe et bien distincte, les autres, en revanche, très hétéromorphes, ne se distinguent entre elles que par des critères assez flous et subjectifs.

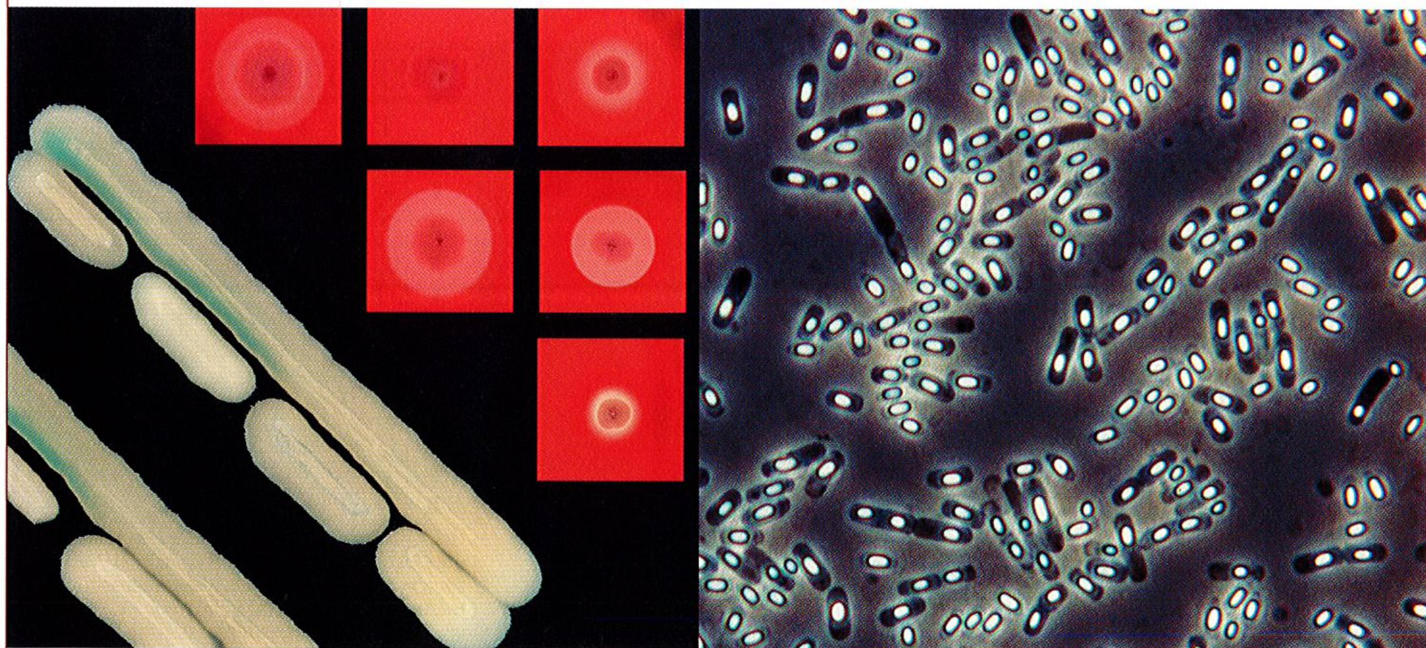


Photo : Marie-Hélène Guinebretière

À droite : *Bacillus cereus* au contraste de phase. Les spores apparaissent en blanc brillant.
Au centre : diversité des zones d'hémolyses sur gélose au sang autour de colonies de *B. cereus*.
À gauche : interactions entre souches de *B. cereus* différentes pour l'activation du régulateur *PlcR*, visualisée par la production d'une réaction colorée en bleu.

Repris du Bulletin de la Société française de Microbiologie, Institut Pasteur et INRA illustrant la diversité des souches de *Bacillus cereus*. Montage photographique de Leyla Slamti (Institut Pasteur).

À titre d'exemple, l'espèce *B. thuringiensis* est caractérisée par la synthèse d'une inclusion cristalline. Une souche de *B. thuringiensis* ayant perdu le plasmide spécifiant cette inclusion devient-elle alors du même coup une souche de *B. cereus* ? Et le raisonnement inverse est bien évidemment envisageable ! L'espèce *B. cereus*, si tant est qu'un ensemble de souches puisse être défini comme telle, est généralement considérée comme pathogène pour l'homme, responsable de diverses infections, et en particulier de toxi-infections alimentaires. Mais la situation est complexe. Si des souches ont été impliquées dans des infections graves, voire mortelles, d'autres au contraire sont utilisées comme probiotiques en alimentation animale, l'une d'entre elles ayant même été prescrite en France comme antidiarrhéique, sous le nom de Bactisubtil®.

Toutes ces bactéries, si elles ne sont pas considérées comme pathogènes, pourraient néanmoins l'être ! Qu'elles aient été impliquées dans des intoxications

alimentaires, qu'elles soient utilisées comme probiotiques ou qu'elles l'aient été comme médicament, toutes possèdent une multitude de gènes de toxines, d'hémolysines, de cytotoxines, autant de composés qu'il est habituel de désigner comme facteurs de virulence. Mais le pouvoir pathogène dépend tout autant de l'expression d'un gène que de sa simple présence. L'étude de la transcription de ceux potentiellement impliqués dans la virulence a révélé l'existence d'un imposant régulon [1], spécifique semble-t-il du groupe *B. cereus*.

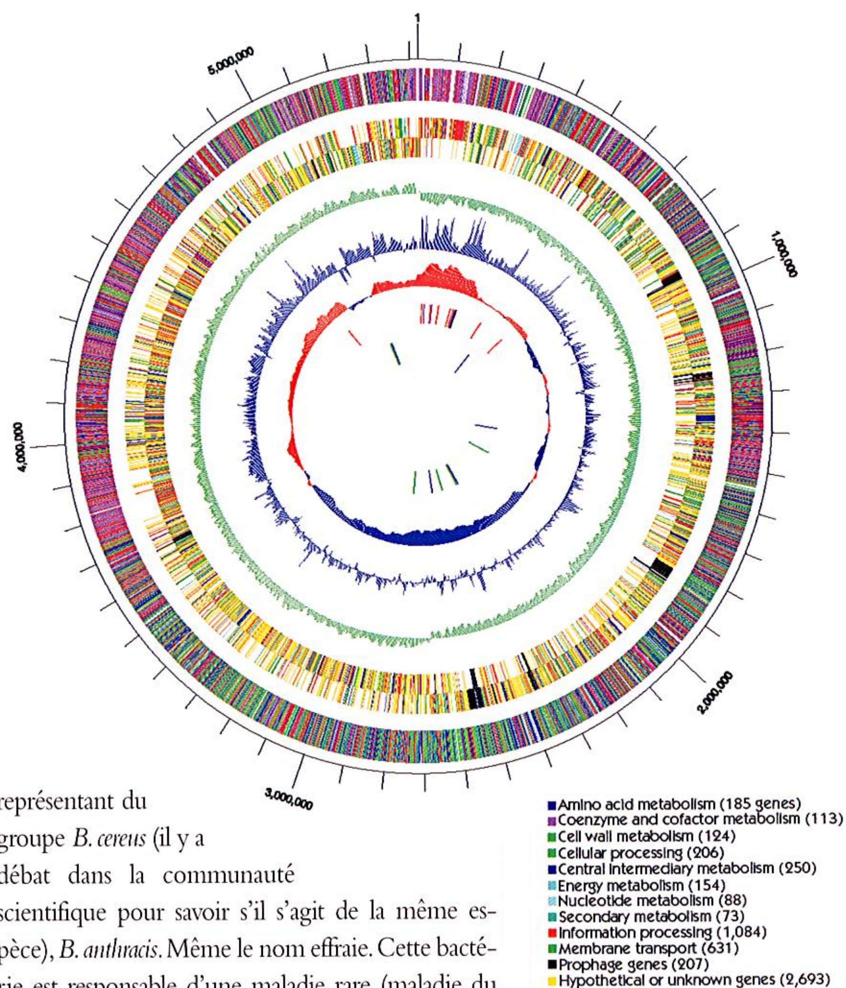
Bacillus cereus est bien armé pour persister dans la chaîne de production des aliments, grâce aux propriétés de résistance et d'adhésion de ses spores. Mais pour provoquer une intoxication diarrhéique, *B. cereus* doit être capable de produire ses facteurs de virulence dans notre tube digestif. Les conditions qui y règnent, souvent hostiles aux micro-organismes, sont fonction de l'individu, du repas que nous avons consommé, de notre âge, de notre état de santé...

Finalement, les données actuelles sur l'espèce *B. cereus* incitent à se demander s'il existe d'un côté un ensemble de souches pathogènes et, de l'autre, des souches définitivement sans danger. Ou, au contraire, sont-elles toutes potentiellement capables de présenter ces deux visages opposés, selon les circonstances ? Les génomes de 4 bactéries du groupe *B. cereus* viennent d'être séquencés [2]. Leur analyse et leur comparaison ouvrent des perspectives passionnantes pour comprendre l'étonnante diversité de comportements et d'adaptations rencontrée chez *B. cereus*.

Le génome de *Bacillus cereus*

Durant de nombreuses années, les microbiologistes ont rêvé de détenir la séquence du génome de leur bactérie préférée, atout décisif pour approfondir leur travail. Malheureusement, bien souvent ce rêve demeurait inaccessible. De nos jours, des outils sophistiqués ont révolutionné le domaine du séquençage. Désormais, les questions que l'on se pose sont d'un autre ordre. Combien de génomes bactériens individuels doit-on séquencer pour tout comprendre d'une espèce étudiée ? Au-delà, qu'est-ce qu'une espèce bactérienne pour des professionnels du séquençage qui travaillent avec une bactérie sans même l'avoir jamais vue se multiplier ? Aberration ? Non, c'est la réalité de la microbiologie, de la génomique moderne et de la post-génomique. Mais au fait, qu'en est-il pour *B. cereus* ?

Les études génomiques sur *B. cereus* ont débuté récemment - le premier projet de séquençage a été initié à l'Institut de la recherche génomique (TIGR, Rockville, USA) en 1999. Il s'agissait d'étudier le pire représentant du groupe *B. cereus* (il y a débat dans la communauté scientifique pour savoir s'il s'agit de la même espèce), *B. anthracis*. Même le nom effraie. Cette bactérie est responsable d'une maladie rare (maladie du charbon ou anthrax), parmi les plus mortelles avec 90% de décès à la suite d'une contamination par inhalation et 20% de décès par contact avec la peau. Avant même les travaux de séquençage, on savait que pour être mortelle cette bactérie devait porter deux plasmides ; l'un contenant les gènes nécessaires à la synthèse d'une capsule de protection contre le système immunitaire, composée de polymères d'acides glutamiques ; le deuxième codant une toxine à trois composantes : facteur létal, antigène protecteur et facteur œdème. Ces plasmides ont été séquencés entièrement et étudiés avec beaucoup d'attention bien avant que l'ère génomique de *B. cereus* et *B. anthracis* ne débute. La taille de ces plasmides, quelque 100-150 milliers de paires de bases, ne représentait pas grand chose au regard des capacités des séquenceurs modernes. Mais déterminer la séquence du génome total de 5,23 millions de paires de bases fut une tout autre histoire. Cela prit trois longues années avant la publication des premiers résultats de séquençage sur la souche *B. anthracis* "Sterne", ou atténuée, habituellement utilisée pour la préparation de vaccins contre l'anthrax. Beaucoup de choses ont changé dans le champ de la génomique de *B. anthracis* et de *B. cereus* après le cauchemar du 11 septembre 2001 et l'envoi de lettres anonymes contenant la poudre mortelle (des spores



1 Ensemble des gènes dont l'expression est contrôlée par un même régulateur.

2 Voir *INRA mensuel* n°116 avril-mai 2003 rubrique "Actualités scientifiques" - "Mieux connaître la biologie de la bactérie de l'anthrax. Le détour par *Bacillus cereus*" par A. Sorokine. *Nature*, vol 423, mai 2003, Genome sequence of *Bacillus cereus* and comparative analysis with *Bacillus anthracis*, N. Ivanova, A. Sorokine and al.

de *B. anthracis*). Les administrateurs de TIGR initièrent un projet sur la souche la plus virulente appelée "Ames" et sur plusieurs autres souches, y compris *B. cereus* ATCC 10987, qui n'est pas un tueur en série, mais qui peut causer des symptômes incommodants. Finalement la séquence complète de la souche "Ames" avec ses 11 opérons ribosomiques [3] examinés minutieusement, fut publiée en même temps que la séquence de 5,4 millions de paires de bases de la souche type *B. cereus* ATCC 14579, réalisée par un consortium impliquant notre laboratoire. Dans la souche-type, nous avons détecté et analysé avec détail 13 opérons ribosomiques. C'est le nombre le plus important d'opérons ribosomiques jamais détecté chez une bactérie. D'après ces travaux, nous pensons qu'à l'aide de ces opérons et de la régulation de leur expression, la bactérie peut s'adapter rapidement et coloniser une nouvelle niche écologique ; une aptitude importante pour ce pathogène potentiel. Selon notre expérience, le projet sur *B. cereus* ATCC 14579 peut être considéré comme l'une des plus efficaces collaborations dans le champ du séquençage génomique de bactéries. Le séquençage de cette souche, qui est le modèle le plus apprécié des personnes travaillant avec *B. cereus* et les bactéries proches, a été initié en l'an 2000 au sein de la compagnie privée Integrated Genomics Inc. (IG, Chicago, USA) et a été financé par l'Agence américaine de la Défense. Il est toujours difficile pour une compagnie privée de terminer complètement un projet de séquençage (voir par exemple le projet de séquençage du génome humain par CELERA). Tout d'abord, c'est très coûteux et peu de gens, particulièrement en dehors des scientifiques, en comprennent l'intérêt. De plus, les compagnies privées, étranglées par le manque d'argent nécessaire à leur survie, ne savent souvent pas comment s'y prendre. Enfin, l'achèvement d'un projet de séquençage est beaucoup plus lent que les étapes de lectures aléatoires souvent effectuées par des robots sans presque aucune intervention humaine. Ainsi dans notre cas, après l'étape rapide des lectures aléatoires qui dura 1 mois (IG possède 20 séquenceurs à capillaires et est capable de produire 10 000 séquences par jour), le projet arriva en butée. Les 800 contigs [4] assemblés furent rendus accessibles sur Internet et restèrent en l'état durant 2 années. Les personnes qui les utilisaient étaient très contentes de disposer de cette information précieuse mais également frustrées de tous ces "trous" et de la faible qualité des séquences aux extrémités des contigs. Il était particulièrement frustrant de découvrir des contigs de petite taille (quelque 1 000 paires de bases) codant une protéine 100% identique à d'autres présentes chez *Escherichia coli* ou *Pseudomonas*. De telles choses arrivent fréquemment avec les données de séquençage à haut débit traitées automatiquement. Notre participation ne dura pas plus d'un an. Nous avons accepté de prendre part à ce projet pour des raisons scientifiques, bénéficiant d'un accès libre à une partie de la base de données, ERGO, qui contenait quelque 400 génomes complets ou partiels, pouvant être comparés entre eux de plusieurs façons. De plus, toutes les données brutes obtenues par la compagnie Integrated Genomics Inc. nous furent rendues accessibles afin que nous puissions corriger les ambiguïtés et les erreurs présentes dans le génome de *B. cereus* ATCC 14579. À l'aide d'ERGO et de leurs experts en annotation [5], nous avons réussi à obtenir un génome avec des prédictions de gènes et une annotation biologique fiables. Comme prévu initialement, les experts de l'INRA sont désormais responsables de la mise à jour des versions publiques du génome accessibles depuis les bases de données du NCBI (National Center for Biotechnology Information, États-Unis) et de l'EBI (European Bioinformatics Institute) et les différentes versions privées de l'annotation sont hébergées par Integrated Genomics Inc. Où est la biologie là-dedans ? Observez toutes les publications scientifiques se rattachant aux génomes bactériens séquencés. ATCC 14579 devrait rester le génome modèle du groupe *B. cereus* pour un moment. Quelles sont désormais les perspectives ? Lorsque vous identifiez le génome d'une bactérie, vous avez toujours l'impression que c'est le début d'une longue histoire. Qu'en sera-t-il pour le groupe *B. cereus* pour lequel le séquençage de quatre génomes est officiellement achevé (*B. anthracis* Sterne et Ames, *B. cereus* ATCC 14579 et ATCC 10987, ce dernier n'étant pas encore publié) et cinq ou six autres sont en cours, y compris *B. thuringiensis* var. *israelensis*, dont les contigs sont disponibles à partir du site Internet d'Integrated Genomics Inc. Le problème est que nous ne savons pas combien d'espèces sont comprises dans le groupe *B. cereus*. Et pourquoi certaines souches ne sont pathogènes qu'envers les insectes, alors que d'autres préfèrent les mammifères et que certaines, heureusement très rares, sont capables de les tuer ? En comparant certaines de ces bactéries très similaires à première vue, entre elles et avec leur proche cousine "modèle" *Bacillus subtilis* [6] à l'étude systématique de laquelle, l'INRA et certains d'entre nous en particulier ont largement contribué, nous espérons le comprendre. Mais cela est une autre histoire… encore plus passionnante !

[3] Opéron ribosomique : unité de transcription constituée par un opérateur, un promoteur et un ou plusieurs gènes de structure codant pour les ARN structuraux des ribosomes.

[4] Contig : séquences d'ADN contiguës et ordonnancées, utilisées pour reconstituer la carte physique d'un chromosome ou du génome.

[5] Procédure d'identification de gènes et de leurs fonctions codant par la séquence d'ADN, en utilisant les bases de données informatiques utiles.

[6] Voir *INRA mensuel* n°116, avril-mai 2003 "Les gènes essentiels de la vie : une bactérie peut survivre avec seulement 271 de ces gènes" Dusko Ehrlich.

Les facteurs de virulence et leur régulation

Les différentes espèces bactériennes qui constituent le groupe *B. cereus* partagent un fonds génétique commun, qui, associé à des toxines spécifiques, leur permet de coloniser des hôtes aussi divers que les plantes, les insectes et les mammifères. Les gènes spécifiant les toxines insecticides protéiques (Cry ou Vip) de *B. thuringiensis*, ainsi que les gènes spécifiant la synthèse des facteurs responsables de la maladie du charbon (les composants de la capsule et les protéines Pag, Lef et Cya) sont portés par des plasmides. Au contraire, les gènes supposés jouer un rôle non spécifique dans la virulence de certaines souches de *B. cereus* et *B. thuringiensis* sont localisés sur le chromosome. Il s'agit en particulier de gènes spécifiant des protéines hémolytiques ou cytotoxiques, des entérotoxines et diverses enzymes dégradatives telles que des phospholipases et des protéases. Ces facteurs extracellulaires, identifiés sous le terme d'"invasines", permettent l'envahissement et la survie de la bactérie chez son hôte. Ce sont eux qui sont impliqués dans les pathologies gastro-intestinales ou opportunistes causées par *B. cereus*.

Chez les bactéries, l'expression des gènes de virulence est toujours soumise à des systèmes de régulation plus ou moins complexes, pouvant s'exercer aux niveaux transcriptionnels et post-transcriptionnels [7]. Dans le cas de *B. cereus*, il avait été observé que les facteurs extracellulaires de virulence étaient principalement produits en début de phase stationnaire [8]. Cette caractéristique indiquait que l'expression des gènes correspondants devait être régulée temporellement en réponse à des signaux reflétant l'état de la culture bactérienne. De fait, nous avons montré que l'expression des gènes codant pour les invasines était contrôlée par un régulateur central, PlcR, actif au moment où les bactéries entrent en phase stationnaire.

L'importance du régulon [1] PlcR est particulièrement remarquable lorsque l'on examine le protéome extracellulaire de *B. cereus* : le produit des gènes contrôlés par PlcR représente en effet 80% du volume du sécrétome [9]. Les propriétés de la majorité de ces protéines (hémolysines, entérotoxines et enzymes dégradatives) font que le régulon PlcR joue un rôle primordial dans les relations de la bactérie avec son milieu, aussi bien en termes de virulence vis-à-vis des hôtes sensibles, que d'adaptation aux variations des conditions environnementales. L'inactivation du gène *plcR* chez *B. thuringiensis* ou *B. cereus* conduit en effet à une forte diminution du pouvoir pathogène, quel que soit le modèle animal utilisé.

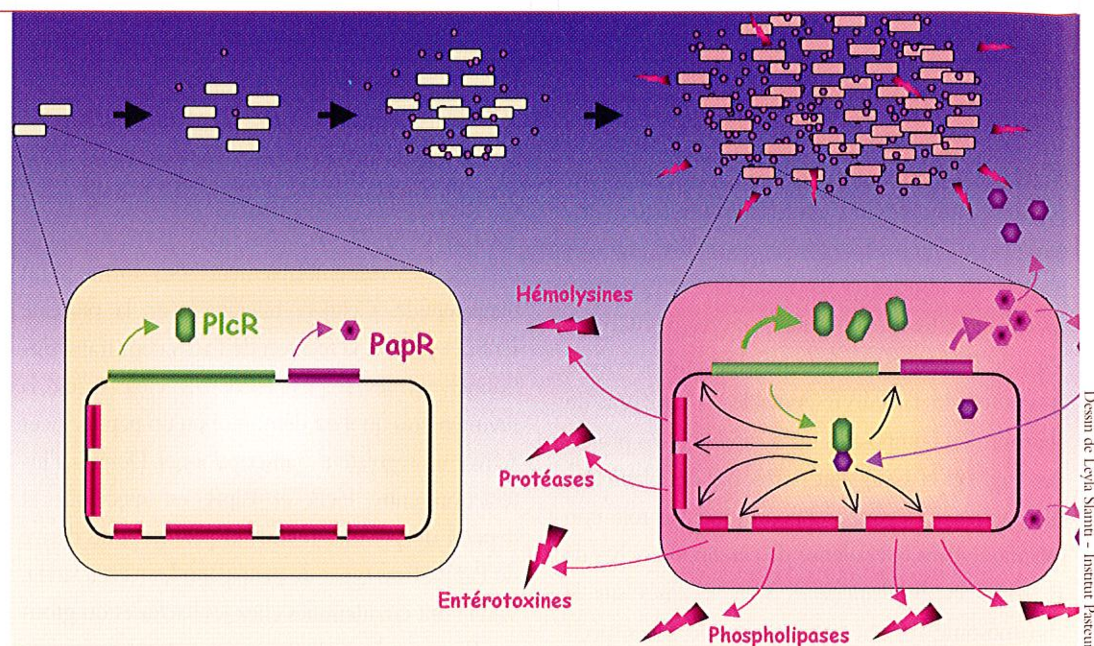
Les recherches que nous avons réalisées sur l'expression du régulon PlcR ont montré que, pour être actif, PlcR requiert la présence d'un petit peptide appelé PapR, pour (Peptide activant PlcR). Une partie du peptide PapR est diffusible dans le milieu extracellulaire et est réimportée dans la cellule bactérienne, vraisemblablement sous forme d'un pentapeptide. Celui-ci interagit avec la protéine PlcR et permet la fixation de l'activateur transcriptionnel sur les séquences d'ADN cible. C'est la première fois qu'il est démontré qu'un peptide peut activer un régulateur transcriptionnel. De plus, l'interaction entre PlcR et PapR est spécifique et dépend du premier résidu du pentapeptide dérivé de PapR. Trois types de pentapeptides (LPFEF, MPFEF, VPFEF) ont été identifiés chez les bactéries du groupe *B. cereus*. Ainsi, l'interaction entre les peptides PlcR-PapR serait spécifique de chacune des souches. Expérimentalement, il a été montré qu'une souche produisant le pentapeptide LPFEF est capable d'activer le régulon PlcR d'une autre souche de même spécificité ; en revanche, ce régulon PlcR n'est pas activé par des souches produisant les pentapeptides MPFEF ou VPFEF. Il serait donc possible de diviser cette vaste famille bactérienne en différents groupes fondés sur la spécificité des couples PlcR-PapR. Ce système de régulation sophistiqué permet donc aux bactéries d'un même groupe de produire un ensemble de facteurs de virulence en réponse à un signal moléculaire produit par les bactéries elles-mêmes, diffusible dans le milieu, et interagissant de façon spécifique avec un activateur transcriptionnel. Ce processus d'activation suppose qu'une faible production des protéines PlcR et PapR doit avoir lieu pendant la phase végétative de croissance. En fin de croissance exponentielle ou en début de phase stationnaire, la concentration intracellulaire du peptide PapR augmente ; ce qui, en association avec la protéine PlcR, va déclencher l'expression du régulon PlcR. Ce système de régulation, qui permet de coordonner l'expression des gènes avec la densité bactérienne, est désigné "quorum-sensing" (cf. figure "Activation de PlcR par un mécanisme de quorum-sensing").

Dans le cas de *B. cereus* et de PlcR, le quorum-sensing a pour conséquence de déclencher l'expression d'un large éventail de facteurs de virulence. D'un point de vue finaliste, la sélection d'un tel système de régulation permettrait donc aux bactéries du groupe *B. cereus* de s'engager dans un processus infectieux, si les conditions environnementales sont favorables et seulement si le nombre de bactéries présentes est "jugé" suffisant pour que l'action engagée ait une chance de succès.

[7] Pouvant s'exercer au cours de la transcription ou ultérieurement, par exemple sur la stabilité des ARN messagers ou sur l'activation des protéines.

[8] Phase au cours de laquelle les bactéries cessent de se diviser à la suite d'une carence du milieu en éléments nutritifs.

[9] Ensemble des protéines sécrétées par les bactéries.



Régulation de l'expression de facteurs de virulences chez *Bacillus cereus* par le quorum-sensing.

Quel danger représente *Bacillus cereus* dans les aliments ?

Bacillus cereus est à l'origine de deux types de toxi-infections transmises par les aliments :

- une intoxication émétique caractérisée par des vomissements, causée par un petit peptide toxique, extrêmement stable et qui serait produit dans l'aliment
- une intoxication diarrhéique, causée par un ensemble de toxines protéiques produites dans l'intestin grêle par les cellules bactériennes ingérées. Les intoxications sont souvent bénignes mais une hospitalisation est parfois nécessaire et quelques cas ont été mortels. *B. cereus* est très fréquent, à des concentrations de quelques spores par gramme, dans les matières premières alimentaires. Cela n'implique pas pour autant que *B. cereus* représente un danger omniprésent pour le consommateur. Encore faut-il que les spores présentes possèdent les facteurs de virulence, résistent aux traitements de préparation des aliments et se développent dans l'aliment au cours de sa conservation pour atteindre un niveau dangereux. Les travaux engagés par l'INRA avec des collègues français et européens tentent de répondre à ces questions.

Les souches productrices de toxines émétiques sont peu fréquentes dans les aliments (quelques % des souches présentes au maximum). Nous avons montré avec des collègues européens qu'elles représentent un groupe extrêmement homogène, proche d'une lignée clonale. Inversement, toutes les souches isolées d'aliments ou d'environnements divers possèdent les gènes d'une ou de plusieurs toxines diarrhéiques. Toutefois, la majorité des souches produisent une faible quantité de ces toxines et sont faiblement toxiques *in vitro* sur des cellules épithéliales humaines en culture. Les souches ayant déjà été la cause d'intoxications diarrhéiques sont au contraire toutes de fortes productrices de toxines diarrhéiques. Du point de vue de l'expression des facteurs de virulence connus, la majorité des *B. cereus* rencontrés dans les aliments serait donc différente des *B. cereus* à l'origine d'intoxications diarrhéiques.

Les spores de *B. cereus* résistent généralement bien à la chaleur mais celles de certaines souches, plus fragiles, peuvent être détruites par des températures de 90°C tandis que d'autres résistent à des températures dépassant 100°C. La simple cuisson d'un aliment va donc opérer une sélection parmi les souches présentes. Les spores des souches capables de produire la toxine émétique sont parmi les plus résistantes tandis que les spores des souches capables de se développer à de basses température sont les plus fragiles.

Schématiquement, le développement de *B. cereus* à partir d'une spore comprend deux étapes, la germination de la spore et la multiplication de la cellule végétative issue de la germination. La germination permet à la cellule de sortir de son état de dormance mais lui fait perdre ses capacités de résistance. La germination est induite par de petites molécules (inosine principalement), mais la proportion de spores qui germent est variable suivant la souche. Une spore dans un aliment n'est donc pas synonyme de multiplication bactérienne, même en conditions favorables.

B. cereus comprend des souches capables de se développer dès 4°C (souches psychrotrophes) et d'autres incapables de croître à 10°C. Les souches émétiques ne sont pas psychrotrophes. Les souches psychrotrophes semblent être de faibles productrices de toxines diarrhéiques. La réfrigération des aliments n'a donc

pas pour seul effet de ralentir la croissance de *B. cereus,* mais sélectionne en outre certaines composantes de l'espèce, qui n'auront certainement pas les mêmes caractéristiques de virulence que la population initiale.
Suivant les conditions rencontrées, *B. cereus* pourra être resté sous forme de quelques spores dormantes ou avoir atteint plusieurs centaines de milliers de cellules végétatives au moment de la consommation de l'aliment. Quel sera le devenir de ces spores ou cellules végétatives dans le tube digestif du consommateur ?

Combien de cellules de *Bacillus cereus* ingérées sont nécessaires pour causer une intoxication diarrhéique ?

L'intoxication alimentaire par *Bacillus cereus* de type diarrhéique est due à de nombreux facteurs qui sont liés :

- aux propriétés de virulence de *B. cereus*
- à la quantité de bacilles ingérés
- à l'état physiologique de la personne qui conditionne la croissance et la survie de la bactérie
- à la qualité, à la quantité de l'aliment ingéré.

Les études épidémiologiques des intoxications diarrhéiques, basées sur le dénombrement de *B. cereus* dans des aliments incriminés, suggèrent que la dose infectieuse se situerait entre 10^3 et 10^9 cellules ingérées. Selon la bibliographie, *B. cereus* se multiplierait dans l'intestin grêle où il sécréterait sa(ses) toxine(s). Par conséquent, il est nécessaire que les cellules bactériennes, sous forme de spores ou de cellules végétatives, survivent aux différentes barrières rencontrées lors du transit digestif. On observe un laps de temps de 6 à 24 heures entre l'ingestion du produit contaminé et l'apparition des premiers symptômes ; ce qui suppose que la multiplication cellulaire est rapide. Or, dès son ingestion, *B. cereus* est l'objet d'agressions physico-chimiques létales ou sublétales propres à l'environnement du tube digestif : acidité du suc gastrique, sels biliaires, présence d'enzymes pancréatiques, substances antimicrobiennes produites par des cellules spécialisées de l'intestin.
Le premier obstacle est l'acidité du suc gastrique. Pour une personne saine, le pH stomacal est très acide à jeun (pH 1,5 environ). Dès l'ingestion du bol alimentaire, le pH augmente très rapidement à 4,5 ou 5,0 grâce à l'effet tampon de l'aliment. L'estomac s'acidifie ensuite au cours de la digestion. Nous avons mesuré la survie de *B. cereus* dans un milieu simulant l'estomac, puis analysé sa croissance dans un milieu simulant l'intestin grêle. Les spores résistent à un pH très bas (pH 1-1,5) et conservent leur aptitude à germer. Les cellules végétatives sont beaucoup plus sensibles au pH stomacal. Néanmoins, la diversité des temps de séjour des particules dans l'estomac est importante. Certaines cellules ayant transité rapidement à travers l'estomac échappent aux pH les plus acides. En outre, la survie à bas pH (pH 4) peut être augmentée lorsque *B. cereus* s'est préalablement développé à un pH modérément acide (pH 5,5). Finalement, à partir d'études sur différents aliments (lait, poulet, riz, pois cassés, milieu de culture à base de peptones) nous avons montré que le lait protégeait *B. cereus* de l'acidité gastrique.
La deuxième barrière importante est la présence de sels biliaires dès l'entrée de l'intestin grêle. De la partie proximale à la partie distale de l'intestin, on évalue les concentrations en sels biliaires à 10-15 mM (*duodenum*), 10 mM (*jejunum*), 4-0 mM (*ileum*). Nous avons montré dans ce contexte que certaines souches de *B. cereus* résistent aux concentrations en sels biliaires compatibles avec la physiologie de la digestion et sont capables de se développer dans un milieu type intestin. Par ailleurs, certains aliments, et particulièrement ceux contenant de l'amidon, neutralisent l'effet inhibiteur des sels biliaires.
Au cours de ce transit, *B. cereus* passe d'une atmosphère aérobie à une atmosphère anaérobie très réductrice. En supposant que *B. cereus* se multiplie dans l'intestin, les symptômes diarrhéiques dépendent de l'expression des facteurs de virulence et en particulier de l'expression des entérotoxines diarrhéiques. Leur expression est gouvernée par un certain nombre de régulateurs dont certains sont sous la dépendance de facteurs environnementaux.
Quels sont les paramètres physico-chimiques et nutritionnels qui influencent la production de toxines ?
De nombreuses études ont montré qu'en dessous de pH 6,5 aucune production de HBL (entérotoxine hémolytique) n'avait lieu et que l'oxygène jouait un rôle important. Cependant, les résultats sont contradictoires. Cette contradiction peut être due à des études portant sur des souches différentes, sur des conditions de croissance différentes (milieux de culture, cultures en batch [10] non régulé, pH, température…). Lors de croissance en milieu non renouvelé, la confusion entre les effets des facteurs physico-chimiques et ceux de la limitation nutritionnelle et/ou du taux de croissance est toujours possible. Nos expérimentations menées en chemostat [11] ont montré que le taux de croissance module l'expression d'HBL et que l'expression est soumise à la répression catabolique par le glucose. Nous avons montré également que l'anaérobiose et un fort potentiel d'oxydo-réduction favorisaient la production d'entérotoxines.

[10] Culture dans un milieu confiné où l'on arrive à un épuisement du substrat.

[11] Dispositif qui permet un renouvellement permanent du milieu de culture afin de maintenir les bactéries dans un environnement et à un stade physiologique constants.

L'adhésion de *B. cereus* aux surfaces des équipements laitiers

B. cereus est un problème récurrent dans les équipements utilisés en industrie laitière. Des bactéries appartenant à l'espèce *Bacillus cereus* sont très présentes dans les produits laitiers, que ce soit le lait cru, mais aussi le lait pasteurisé, le lait en poudre, les desserts lactés. On dénombre jusqu'à 10^5 cellules par ml de lait cru, surtout sous forme de spores. La survie de ces bactéries le long de la ligne de fabrication s'explique par l'aptitude qu'ont ces bactéries à produire des spores, structures très résistantes aux températures élevées de type pasteurisation, mais aussi capables d'adhérer fermement aux matériaux tels que les polymères ou les aciers inoxydables. Plus étonnant, le taux de contamination du lait traité thermiquement est parfois supérieur à celui du lait cru ; ce qui indique une contamination post-pasteurisation pendant le procédé. On a ainsi pu mettre en évidence sur les surfaces d'équipements des lignes de fabrication (sortie du pasteurisateur, cuve de stockage intermédiaire, conditionneuse, joints) la présence de structures adhérentes plus ou moins complexes, des biofilms, dans lesquelles *B. cereus* était largement représenté (parfois plus de 10^3 cellules par cm^2). L'installation de ces biofilms serait favorisée par la présence, sur les surfaces, de résidus alimentaires et d'une humidité élevée. Ces spores et cellules adhérentes pourront à tout moment re-contaminer les produits en contact, d'autant plus qu'elles présentent une résistance très élevée aux procédures d'hygiène utilisées régulièrement dans les industries agro-alimentaires.

Zones de faible hygiène dans les équipements industriels.

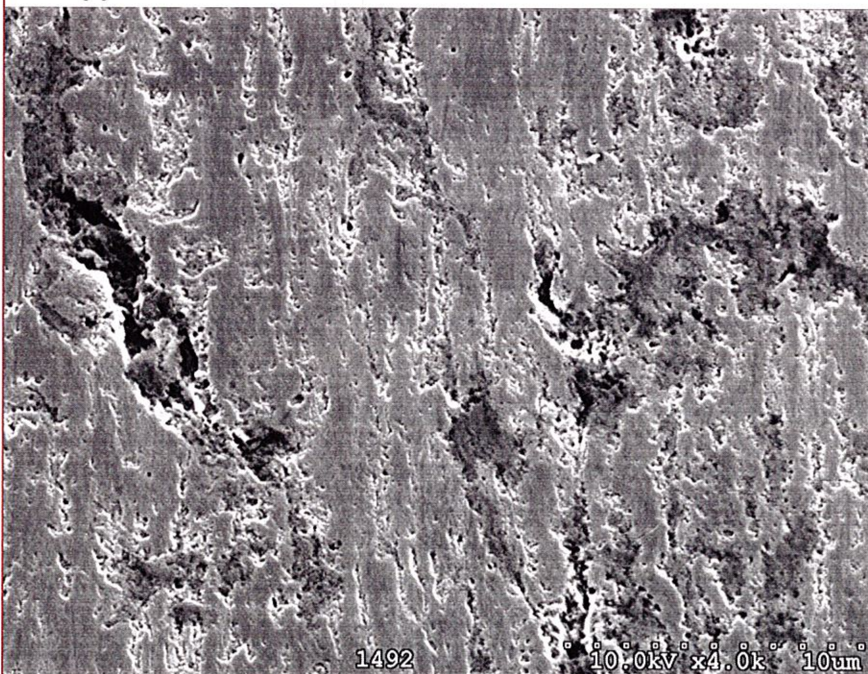


Photo : Jean-Pierre Tissier, INRA-LGPTA

État de surface défectueux d'un acier inoxydable utilisé dans la fabrication des éviers (observation au microscope électronique à balayage).

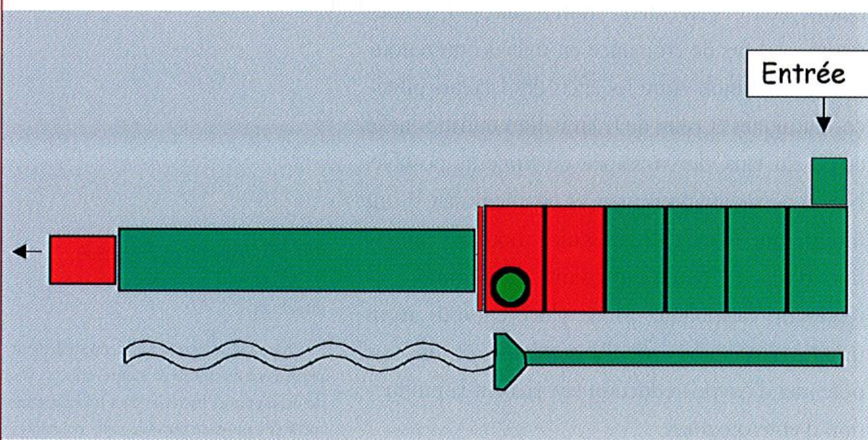


Photo : Thierry Bénézech, INRA-LGPTA

Schéma d'une pompe où les zones peu hygiéniques sont colorées en rouge.

- Pourquoi la maîtrise de *B. cereus* est-elle si difficile dans les lignes de fabrication ?

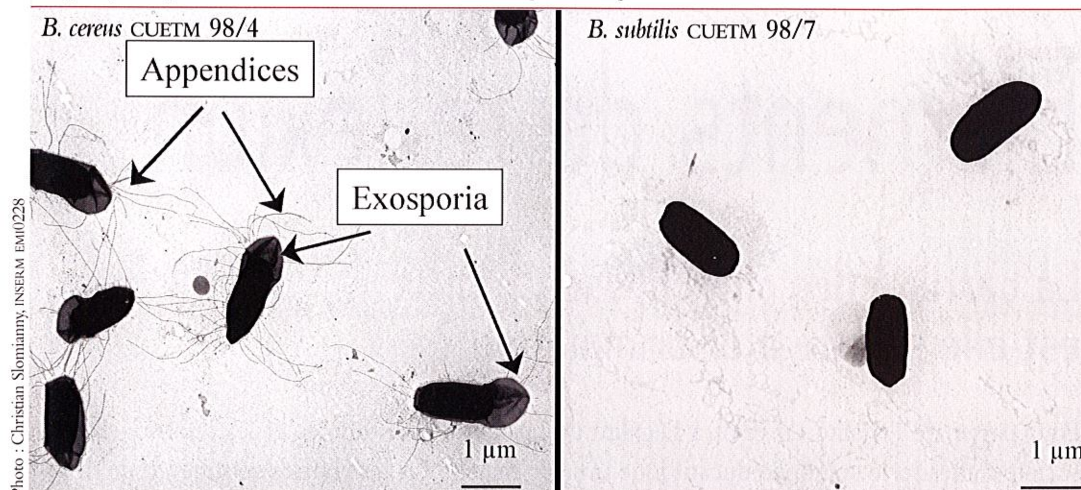
Des essais d'adhésion réalisés au laboratoire nous ont permis de mettre en évidence une aptitude très forte des spores de *B. cereus* à adhérer aux surfaces inertes : pour différentes souches isolées d'aliments ou d'environnements agro-industriels, il n'est pas rare d'obtenir des taux de contamination 1000 fois supérieurs à ceux observés pour des souches d'autres espèces comme *B. subtilis*, isolées des mêmes environnements, et cela, quel que soit le matériau utilisé et le milieu de suspension. En outre, ces spores sont fortement adhérentes et les forces de cisaillement seules (étapes de "pousse à l'eau" et de rinçage) sont incapables d'assurer leur élimination des surfaces souillées. En effet, parfois moins de 50% des spores de *B. cereus* sont arrachées de conduites en acier inoxydable (diamètre = 2 pouces) par de l'eau à une vitesse d'écoulement de 2 $m.s^{-1}$ et rarement plus de 99% sont arrachées au cours d'une procédure de nettoyage de type industriel.

Les propriétés de surface remarquables de ces spores sont souvent évoquées pour expliquer cette aptitude à adhérer : ce sont par exemple les nombreux appendices extracellulaires qui pourraient favoriser le contact entre la spore et le matériau, et le caractère hydrophobe des spores lié à la présence d'un exosporium (couche externe en forme de "ballon"), qu'on ne retrouve pas chez les souches de *B. subtilis*. Toutefois, même au sein de l'espèce *B. cereus*, une grande variabilité est observée :

- Les appendices sont plus ou moins nombreux (de 4-5 par spore pour certaines souches à plus d'un trentaine pour d'autres) et de taille variable (longueur de 1 µm à plus de 5 µm)
- Le caractère hydrophobe est plus ou moins marqué
- La nature protéique de l'exosporium (couche externe des spores de *B. cereus*) et, plus surprenant, celle des appendices, encore peu étudiées chez les spores bactériennes, est très variable selon les souches.

Au sein de l'espèce *B. cereus*, il n'a pas été possible à ce jour de relier les différences d'adhésion observées entre les souches de *B. cereus* à certaines propriétés superficielles des spores.

Morphologie des spores de *B. cereus* et *B. subtilis* observée au microscope électronique à transmission.



La présence de cellules végétatives sur les surfaces est plus difficile à expliquer. Deux hypothèses peuvent être envisagées :

- les spores adhèrent et germent sur les surfaces pour donner des cellules végétatives qui se multiplieront pour former des colonies
- les cellules végétatives présentes dans le fluide circulant viennent se fixer aux surfaces. Pour le moment, nous avons pu mettre en évidence, en conditions de laboratoire, que les cellules étaient peu adhérentes à l'acier inoxydable et que la germination des spores adhérentes induisait un relargage dans le milieu extérieur. Il est donc vraisemblable que les cellules végétatives de *B. cereus* nécessitent, pour adhérer aux surfaces, la présence préalable de résidus alimentaires sur les surfaces (film conditionnant), voire la présence de bactéries d'espèces "pionnières" sous forme de micro-colonies ou de biofilms plus structurés.

- Quelles nouvelles approches pour maîtriser le risque lié à *B. cereus* dans les équipements ?

La maîtrise de la contamination des équipements par *B. cereus* empreinte donc différentes voies telles que la conception d'équipements hygiéniques mais aussi la compréhension des mécanismes d'adhésion. Ainsi, il pourra être important de limiter les surfaces favorables à l'adhésion comme les matériaux hydrophobes, souvent très contaminés par les spores de *B. cereus*, et les états de surface défectueux (joints usés, aciers...) pouvant présenter des défauts tels que des crevasses, suffisants pour offrir un abri aux bactéries adhérentes. La géométrie des équipements devra aussi être prise en considération pour limiter la présence de zones mortes ou de stagnation qui protègent les bactéries adhérentes des forces de cisaillement ou de l'action des produits d'hygiène. La compréhension des mécanismes d'adhésion passera nécessairement par la caractérisation de l'hétérogénéité de surface de *B. cereus*, non seulement entre souches, mais aussi au sein d'une population, et enfin au niveau d'une cellule végétative ou d'une spore. Cette hétérogénéité est pourtant rarement prise en considération par les approches classiques. L'utilisation d'outils permettant une caractérisation fine de la surface bactérienne (microscopie électronique et de force atomique, méthodes électrophorétiques...) nous permettra de mieux appréhender ces mécanismes complexes. Par ailleurs, les propriétés de surface étant affectées par les conditions rencontrées par le micro-organisme pendant sa croissance, sa sporulation (composition du milieu), ainsi que sous forme de spore mature (traitements thermiques), la maîtrise du risque lié à *B. cereus* ne pourra pas être envisagée hors du contexte industriel.

Quel avenir pour les recherches sur *Bacillus cereus* à l'INRA ?

Cinq laboratoires de l'INRA [12] ont réuni leurs compétences au sein d'un projet de recherche commun visant à résoudre l'énigme que pose *B. cereus* pour la sécurité des consommateurs. Seront étudiées en particulier :

• la diversité et la phylogénie du groupe *B. cereus* afin de modéliser la dynamique des différentes populations qui le composent
• les interactions entre la bactérie et son hôte
• les mécanismes permettant à *B. cereus* de s'implanter et de se développer dans la chaîne de production des aliments (adhésion des spores, formation de biofilms, germination et développement des spores).

Didier Lereclus,
Génétique microbienne et Environnement,
La Minière, Institut Pasteur
Alexei Sorokine,
Génétique microbienne, Jouy-en-Josas
Christine Faille,
Génie des Procédés et Technologie alimentaires, Lille
Philippe Schmitt et *Christophe Nguyen-the*,
Sécurité et Qualité des Produits
d'Origine végétale, Avignon

12 Unité de recherches génétique microbienne et Environnement à La Minière (Institut Pasteur) ; unité de recherche de Génétique microbienne à Jouy ; laboratoire de Génie des Procédés et Technologie alimentaires à Lille ; unité de recherche sur la Sécurité et la Qualité des Produits d'Origine végétale à Avignon ; unité de Génétique moléculaire et cellulaire à Grignon.

Éléments de réflexion

La carrière des chercheuses à l'INRA est-elle sujette à discrimination ?

Pour passer de l'égalité en droit à l'égalité de fait entre les hommes et les femmes dans la société française, le système éducatif joue un rôle majeur. Or les chiffres continuent de montrer que les filles et les garçons n'ont pas les mêmes chances d'accès à tous les parcours scolaires, et cette disparité a de lourdes conséquences dans les parcours professionnels. En particulier, les femmes sont sous-représentées dans les filières qui conduisent aux carrières scientifiques et technologiques. Puis, au cours de leurs carrières, elles se heurtent à ce qu'il est coutumier d'appeler un "plafond de verre", invisible *a priori* mais pourtant bien réel, qui les empêche d'accéder aux plus hauts postes.



Photo : Jean Weber

Prélèvements en serre de hampes florales issues de plantes d'*Arabidopsis thaliana* (génération T2) appartenant à la collection de transformants ADN-T de l'Unité d'Amélioration des Plantes de Versailles. Ces échantillons pourront ensuite subir une coloration spécifique permettant de localiser les produits d'expression des gènes interrompus par l'ADN-T.

Le rapport d'octobre 2000 du ministère de l'Éducation nationale sur "les femmes dans les filières de l'enseignement supérieur [1]" présente ainsi, d'une façon peu glorifiante il est vrai, notre façon d'appréhender l'égalité des femmes et des hommes face à l'accès, puis au déroulement, des filières scientifiques [2]. S'appuyant sur ce constat, la ville de Paris et l'association "Femmes et sciences" ont conjointement organisé le 15 octobre 2003 un colloque sur le thème "Carrières scientifiques et universitaires : à quand l'égalité hommes/femmes ?". Ceci a été pour nous l'occasion de faire un point quantitatif sur les trajectoires comparées des chercheuses et des chercheurs de notre Institut.

Sur un total d'environ 1802 chargés et directeurs de recherche en activité à l'INRA (en décembre 2002), on dénombre 36% de femmes. Cette proportion a significativement évolué ces dernières années, puisqu'en 1998 elle n'était alors que de 31%. À titre comparatif, au CNRS et dans l'enseignement supérieur, la proportion de chercheuses ou d'enseignantes-chercheuses est plus faible qu'à l'INRA et a peu évolué ces dernières années (30 et 31% respectivement en 1998 et 2002 au CNRS comme dans l'enseignement supérieur), tandis qu'à l'INSERM, la parité était déjà atteinte en 1998 (50% de chercheuses), et s'est maintenue depuis.

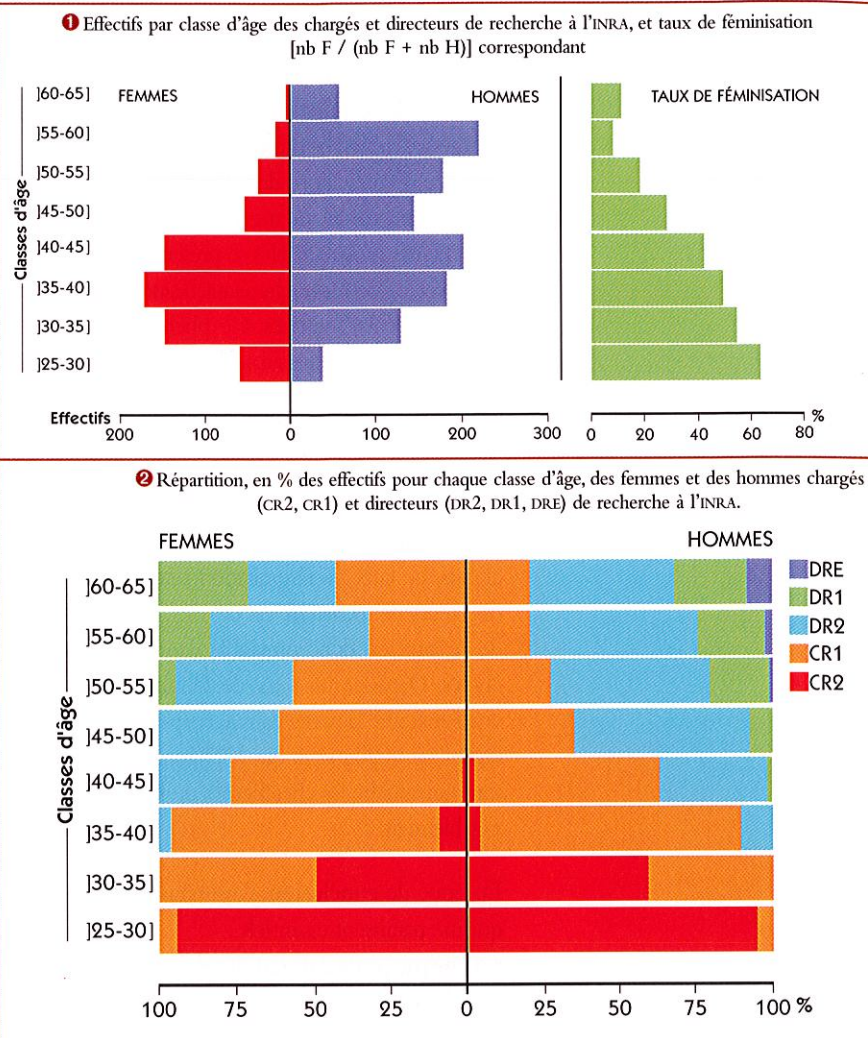
[1] L. Broze, H. Delavault, J. Unterberger www.int-evry.fr/femmes_et_sciences/index2.htm

[2] La Mission Parité du ministère de la Recherche suit de près ces questions, avec la participation attentive de l'INRA.

Cette augmentation de la proportion de chercheuses observée à l'INRA est la conséquence directe d'un taux de féminisation très net des candidatures aux concours de chargés de recherche de seconde et première classes, qui s'établit par exemple, à respectivement 57 et 39%, en moyenne pour les quatre dernières campagnes de recrutement (2000 à 2003). Il est intéressant de noter par ailleurs que le taux de réussite des femmes et des hommes au concours de CR2 est le même, de l'ordre de 22%, tandis que les femmes réussissent mieux le concours externe de CR1 que les hommes (23 contre 17%). Ces chiffres suggèrent aussi qu'aucune discrimination en défaveur des femmes n'est exercée lors de ces concours. La pyramide des âges comparée des chercheuses et des chercheurs de l'INRA (fig. ❶) est fortement dissymétrique. Ainsi, le taux de féminisation est inférieur à 10% parmi les plus de 55 ans, et il est de 63% parmi les moins de 30 ans. Un tel déséquilibre montre à quel point ce métier, essentiellement masculin aux débuts de l'INRA, n'a cessé de se féminiser, lentement mais sûrement, par la suite. Cette tendance devrait se confirmer dans les années à venir, ne serait-ce que pour des raisons mécaniques. En effet, une projection à court terme tenant compte des départs à la retraite (ce qui concerne au premier chef les tranches d'âge les moins féminisées), et faisant l'hypothèse que les recrutements se maintiendraient au même niveau et à un même taux de féminisation qu'actuellement, permet de prédire que la parité sera atteinte en 8 à 12 ans, soit à l'horizon 2011-2015.

Cette dissymétrie dans la pyramide comparée des âges des chercheuses et des chercheurs à l'INRA implique qu'une analyse du taux de féminisation par corps et grade, permettant de comparer les trajectoires des chercheuses et des chercheurs, ne peut être faite que classes d'âge par classes d'âge (fig. ❷). On observe alors que bien que pour la classe d'âge 30-35 ans, une proportion légèrement plus importante de chercheuses que de chercheurs est CR1, dès la classe d'âge 35-40 ans la trajectoire des chercheurs semble légèrement plus favorable, avec déjà 12% de DR2 et plus que 3% de CR2. Pour cette même classe d'âge, les chercheuses sont, à l'inverse, encore 10% à être CR2, et seulement 3% à être DR2. Les analyses réalisées par la Délégation à l'Évaluation suggèrent que cet écart s'explique en partie par un "effet maternité", les chercheuses ayant plusieurs enfants prenant dès ce stade un léger retard dans leur carrière sur leurs consœurs ayant un enfant au plus, et leurs confrères.

Parmi les chercheuses des classes d'âge supérieures, la proportion de directeurs de recherche est systématiquement plus faible que chez les chercheurs. Elle atteint 68% pour la classe d'âge 55-60, alors que chez



les chercheurs, elle est de 78%. Globalement, ceci indique qu'une proportion environ deux fois plus élevée de chercheuses que de chercheurs reste "chargé de recherche". Ajoutons que l'apparition de directrices de recherche de première classe est plus tardive d'une dizaine d'années que celle de directeurs de recherche de première classe. Enfin, il faut noter l'absence de directrices de recherche de classe exceptionnelle.

Un différentiel dans la trajectoire des chercheuses et des chercheurs existe donc bien à l'INRA, comme le montre cette analyse. Cette situation est illustrée par ces quelques chiffres du concours de directeur de recherche de seconde classe : lors des sessions de concours 2000 à 2002, les femmes représentent en moyenne 26% des candidats, alors qu'elles représentent 41% des CR1 promouvables. Pourtant elles représentent 29% des lauréats du concours : 35% des candidates sont reçues contre seulement 30% des candidats. En conséquence, bien que réussissant mieux que leurs confrères le concours de DR2 *lorsqu'elles se présentent*, elles ne sont plus que 3% de la population des CR1 promouvables à passer DR2, alors que leurs confrères sont 6%.

Les corps de chargé et de directeur de recherche se féminisent donc progressivement. Le corps des chargés de recherche a déjà atteint la parité. Statistique-

ment, cette parité devrait être atteinte tous corps de chercheurs confondus dans une dizaine d'années environ. Mécaniquement, le taux de féminisation des chargés de recherche promouvables augmente. Mais le taux de féminisation des directeurs de recherche n'augmente pas au même rythme, la proportion de chercheuses promouvables se présentant au concours de directeur de recherche étant beaucoup plus faible que chez leurs confrères. Ce phénomène que l'on qualifie d'autocensure, s'il se maintenait à ce niveau, serait de nature à faire plafonner le taux de féminisation des directeurs de recherche vers 33%. Cette proportion correspond en effet à un taux de réussite, exprimé par rapport au taux de promouvables, deux fois plus faible chez les chercheuses que chez les chercheurs. Le taux de féminisation actuel du corps des directeurs de recherche est de 15%. Un doublement de ce taux est donc prévisible dans l'état actuel des choses. Dépasser un taux de féminisation de 33%, voire atteindre la parité dans le corps des directeurs de recherche, impliquerait que le phénomène d'autocensure qui touche les chercheuses de l'Institut diminue notablement.

En guise de **conclusion**, j'insisterai sur deux points qui me paraissent essentiels :

• d'une part, le taux de réussite globalement supérieur des chercheuses par rapport à leurs confrères aux concours externes CR1 et DR2 montre qu'à l'INRA, les "stéréotypes sexistes" de rôles et comportements n'influent pas sur les critères de sélection des jurys

• d'autre part, le phénomène d'autocensure, qui renvoie au fameux "plafond de verre" que j'évoquais en introduction, serait de nature à maintenir sur un long terme une disparité dans la carrière des chercheuses par rapport aux chercheurs de l'Institut. Ce phénomène est expliqué dans le rapport déjà cité sur "les femmes dans les filières de l'enseignement supérieur", par des processus de carrière qui incluent des normes d'âge ("tout" se joue en début de carrière) et des exigences de disponibilité en termes d'horaires de travail et de mobilité, au détriment d'autres sphères de la vie.

Le premier point, positif, ne permet cependant pas d'être globalement satisfait de la situation actuelle, puisque le phénomène d'autocensure repose en grande partie sur une appropriation par les promouvables des exigences des jurys, se traduisant *in fine* par un différentiel dans les carrières des chercheuses et des chercheurs. L'INRA suit de près cette question, qui dépasse largement le cadre de l'Institut, en améliorant sa connaissance par une batterie d'indicateurs, et en participant activement à des recherches sur la parité dans les carrières des chercheuses et des enseignantes-chercheuses en partenariat avec le MENRT.

Thierry Boujard,
Direction des Ressources humaines

Des transitions personnelles et professionnelles chez les femmes chercheurs à l'INRA

Dans son article, Thierry Boujard évoque un "plafond de verre", invisible *a priori* mais bien réel, qui empêche les femmes chercheurs d'accéder aux plus hauts postes. Les réflexions qu'il propose rejoignent les miennes.

L'étude que j'ai entreprise au centre de recherches de Versailles-Grignon s'est centrée sur les femmes chercheurs car elles représentent 50% des demandes de bilans de compétences. Ces femmes sont toutes CR1 et ont toutes autour de la quarantaine.

Par cette investigation, j'ai voulu tenter d'apporter un éclairage sur "les transitions personnelles et professionnelles chez les femmes chercheurs à l'INRA". Les transitions sont à comprendre comme des phases de reconstruction active des valeurs et des normes fondant la reconnaissance et la valorisation de soi et d'autrui. Pourquoi demandent-elles de plus en plus de bilans de compétences ? Quels projets de vie ont-elles ? Et quels sont les freins ?

Le moyen d'analyse, qui m'a semblé le plus adapté pour répondre à ces questions, est l'enquête par questionnaires, avec numéro d'*anonymat* [1]. Trois questionnaires ont été proposés à 200 chercheurs INRA, femmes et hommes, de Versailles-Grignon. 45 d'entre eux ont répondu.

Les variables caractérisant la transition [2]

J'ai travaillé sur le langage utilisé par les chercheurs dans leurs réponses aux questions ouvertes : on obtient quatre classes d'énoncés ; la variable "statut" est forte.

Les femmes DR2 emploient un vocabulaire spécifique qui évoque un monde d'*échanges*, de *relations* avec l'extérieur, avec une communauté de *pairs*, un monde qui met en avant l'*intérêt du travail*, rigoureux et réalisé de manière *honnête* et intelligente.

Le discours des femmes IR fait référence à un monde *ouvert vers la société*, *idéal* mais dans le *concret*, dans l'*action* et dans la *création*. On ressent la notion de *service*, d'*utilité*, d'*évolution*, au niveau de l'*individu* mais aussi du *groupe*, de l'organisation et un certain humanisme. On a le sentiment que ces personnes ont une vie "pleine", dans le temps présent.

Le logiciel Alceste permet d'extraire un dendrogramme qui rapproche ces deux classes car elles évoquent un *monde ouvert* vers l'extérieur.

Les femmes CR2 utilisent des termes qui font penser à la notion de *carrière*, de promotion, notion également de *place* dans la hiérarchie, de *rôle* au sein d'une *équipe*, au sein d'un laboratoire. Cette population semble vivre dans le temps *présent* et être éprise d'*autonomie*.

Les femmes CR1 s'expriment par des mots qui mettent en évidence un monde de *réflexion*, de *réalisation*, et de *prise de décision*, où la *compétence* est indispensable. Ces personnes évoluent au sein d'une *unité*, d'une *institution*, d'une *organisation*, d'un *collectif*, d'un *environnement* qui a une grande importance. On peut ressentir la notion de conduite, de *gestion* de projets et d'*encadrement* d'*étudiants*. Le dendrogramme réunit ces deux classes car elles mettent en évidence un *monde centré sur l'institution*.


Photo : ©INRA

Les variables caractérisant l'individu [3]

Les types de motivations qui distinguent les femmes chercheurs à l'INRA sont l'"Autonomie" et la "Stimulation" qui correspondent à la dimension "*changement*". Ce sont également le "Pouvoir" et l'"Accomplissement" qui correspondent à la dimension "*affirmation de soi*".

En revanche les hommes chercheurs à l'INRA sont plus dans l'"Universalisme", la "Tradition", la "Conformité" et la "Sécurité" que les femmes chercheurs. Les types "Tradition", "Conformité" et "Sécurité" correspondent à la dimension "*continuité*".

Les variables caractérisant l'environnement [4]

Pour les hommes jeunes CR2, la sphère "personnelle et sociale" est une **aide** pour atteindre les objectifs prioritaires des sphères "professionnelle" et "familiale". Ces hommes ont une vie personnelle et sociale très riche et stimulante, qui favorise un bon épanouissement dans la vie professionnelle et dans la vie familiale.

Pour les hommes jeunes CR2, les sphères "professionnelle" et "personnelle et sociale" sont un **obstacle** pour atteindre les objectifs prioritaires de la sphère "familiale". Si l'on ajoute une vie professionnelle dense à une vie personnelle et sociale riche, la vie familiale se réduit considérablement. Ce sont des hommes qui ont une vie extra-professionnelle importante et qui travaillent beaucoup, ils n'ont de ce fait plus assez de temps à consacrer à la famille.

Pour les femmes jeunes CR2, les sphères "professionnelle" et "familiale" sont un **obstacle** pour atteindre les objectifs prioritaires de la sphère "personnelle et sociale". Pour ces femmes, le fait d'avoir des enfants jeunes et en parallèle une carrière de chercheur à mener est un frein à leur épanouissement personnel et social.

Pour les femmes jeunes CR1, les sphères "familiale" et "personnelle et sociale" sont un **obstacle** pour atteindre les objectifs prioritaires de la sphère "professionnelle". Ce sont les femmes qui nous intéressent plus particulièrement dans cette étude. Elles ont une vie familiale (enfants jeunes ou adolescents) et une vie personnelle et sociale (membres d'associations) importantes qui freinent leur vie professionnelle (obligation d'horaires…).

Enfin pour le groupe constitué par des hommes âgés DR1 et des femmes âgées ingénieurs, les sphères "professionnelle" et "personnelle et sociale" sont une **aide** pour atteindre les objectifs prioritaires de la sphère "familiale". Dans ce cas, un bon équilibre est établi entre la vie extra-familiale et la vie familiale.

Les femmes CR1 ont un discours moins ouvert vers l'extérieur que les femmes DR2. Les femmes chercheurs se détachent d'une attitude de conformité avec le groupe pour en arriver à pouvoir vivre d'une façon mature l'interdépendance avec les autres. Elles ont le besoin de lutter, de s'affirmer pour avoir leur place, pour être reconnues, dans la créativité et l'innovation. Alors qu'elles ont des freins importants : une vie familiale et une vie personnelle et sociale chargées qui pèsent sur leur vie professionnelle.

Dominique Lancelin,
Direction des Ressources humaines

[1] Ces questionnaires suivent les trois grandes ressources d'adaptation aux transitions du *modèle de Schlossberg*, c'est-à-dire : les variables caractérisant la *transition*, les variables caractérisant l'*individu* et les variables caractérisant l'*environnement*.

[2] Le questionnaire "transitions" est sous la forme de questions ouvertes élaborées en fonction de propos que j'ai pu entendre au cours d'entretien de face à face. Les réponses sont analysées par le logiciel Alceste dont l'objectif est de quantifier un texte pour en extraire les structures signifiantes les plus fortes.

[3] Le questionnaire "individu" correspond au questionnaire sur les valeurs de Monique Wach (INETOP-CNAM).

[4] Le questionnaire "environnement" correspond à l'ISA "simplifié" de l'équipe de J. Curie (université Toulouse Le Mirail).

Mémoire de DESS (Bilan de compétences, Gestion des carrières, Validation des acquis) soutenu en novembre 2002, à l'université Paris X Nanterre, par Dominique Lancelin, Conseillère en Orientation professionnelle à l'INRA de Versailles-Grignon.
Titre du mémoire : "Des transitions personnelles et professionnelles chez les femmes chercheurs".

Travailler à l'INRA

Départements de recherche

Appellation abrégée	Intitulé du département et chefs de département	Direction scientifique correspondante *
ALIM. H.	Alimentation humaine, *Xavier Leverve*	NHSA
BV	Biologie végétale, *Michel Lebrun*	PPV
CEPIA	Caractérisation et élaboration des produits issus de l'agriculture, *Paul Colonna*	NHSA
EA	Environnement et agronomie, *François Houllier*	ECONAT
EFPA	Écologie des forêts, prairies et milieux aquatiques, *Laurent Bruckler*	ECONAT
GA	Génétique animale, *Didier Boichard*	APA
GAP	Génétique et amélioration des plantes, *Marianne Lefort*	PPV
MIA	Mathématiques et informatique appliquées, *Bruno Goffinet*	SED
MICA	Microbiologie et chaîne alimentaire, *Claude Gaillardin*	NHSA
PHASE	Physiologie animale et systèmes d'élevage, *Philippe Chemineau*	APA
SA	Santé animale, *Gilles Aumont*	APA
SAD	Sciences pour l'action et le développement, *Jean-Marc Meynard*	SED
SAE 2	Sciences sociales, agriculture et alimentation espace et environnement, *Hervé Guyomard*	SED
SPE	Santé des plantes et environnement, *Pierre Ricci*	PPV

Pour avoir la liste complète des missions des départements de recherche de l'INRA : objectifs des travaux, domaines de recherche, missions spécifiques consulter la note de service n°2003-102 du 11.12.2003.

* La direction scientifique "correspondante" d'un département entretient avec celui-ci des liens privilégiés, tant pour les aspects scientifiques que de gestion. Conformément à la note de service 2002-112, portant organisation des directions scientifiques, chaque directeur scientifique contribue par ailleurs, dans son champ de compétences, à l'orientation et la coordination des actions menées par les départements intervenant dans ce champ. Ceci concerne particulièrement le directeur APA vis-à-vis de CEPIA et MICA, PPV pour CEPIA et EA, NHSA pour SA, et ECONAT pour SPE.

Salon de l'Agriculture 2004 : "la qualité de nos aliments : vins, fromages, fruits et légumes". De nombreux chercheurs ont animé le stand réalisé par la Mission Communication. Voir "Brèves" p.17.



Photo : Pascale Inzerillo

Ressources humaines

Chantier GPEC

conclusions de la première étape

La première étape du chantier "Gestion prévisionnelle des emplois et des compétences" (GPEC) vient de s'achever avec l'élaboration de référentiels des métiers ITA et des disciplines représentées à l'INRA, la réalisation d'un premier diagnostic global des compétences en présence et en partance d'ici 2007, et enfin l'analyse de certains facteurs d'évolution prévisibles.

Sont développés les points suivants :

- **Un référentiel des métiers ITA basé sur REFERENS et adapté à l'INRA**
- **Un référentiel des disciplines représentées à l'INRA articulé sur une nomenclature inter-organismes**
- **Un tout premier recensement des compétences critiques en partance chez les ITA**
- **Une évolution prévisible de la nature des métiers**
- **Les premiers pas d'une gestion prévisionnelle des emplois et compétences…**
- **Un tout premier recensement des disciplines représentées à l'INRA et de leur évolution prévisible du fait des départs d'ici 2007,** que nous reproduisons ici :

Les trois quarts des chercheurs recensés relèvent des sciences du vivant, avec 42% en biologie fondamentale (biologie cellulaire et moléculaire et biologie des organismes), et 33% en biologie appliquée (biologie des populations, écologie et sciences agronomiques). Les autres chercheurs sont répartis pour 15% en sciences de la matière (chimie, sciences de l'univers, sciences pour l'ingénieur et mathématiques) et 10% en sciences humaines et sociales.

Les départs prévisibles d'ici la fin 2007 représentent en moyenne 10% de la population actuelle, avec un taux sensiblement plus élevé dans les sciences sociales (15%) que dans les sciences du vivant (10%) ou de la matière (8%). Cette valeur globale pour les sciences du vivant recouvre des écarts importants entre disciplines, avec des départs relativement peu nombreux (2 à 6%) en biochimie et biologie moléculaire, en génétique moléculaire ou en microbiologie, et des départs plus nombreux en agronomie (16%) ou encore dans les sciences des productions animales (23%).

Voir le texte intégral dans la lettre de la DRH *Trajectoires* n°9 - janvier 2004

Jacques Robelin,
Direction des Ressources humaines



Photo : Christophe Maître

Nominations

Direction scientifique - Nutrition Humaine et Sécurité Alimentaire

À compter du 1er janvier 2004, **Jean-Paul Laplace** assure l'intérim de la direction scientifique NHSA.
NS 2004-04 du 13.04. 2003

Direction des Ressources humaines

- Affaires juridiques et statutaires

Au 1er janvier 2004, **Cécile Janet** est nommée chef de ce service de la DRH, en remplacement de **Martine Jallut-Roussel**.

- Mission centrale prévention

Au 1er janvier 2004, **Pascale Coppin** est nommée chef de ce service de la DRH.

- Gestion des Personnels

Au 1er février 2004, **Christine Prokocimer** est nommée chef de ce service de la DRH en remplacement de **Florence Raffray**.



Photo : Pascale Inzerillo

Centres

- Orléans

Au 1er janvier 2004, **Dominique King** est nommé président du centre en remplacement de **Jean-Claude Bégon** pour une durée de quatre ans.

- Antibes

Le centre d'Antibes devient le centre de Sophia Antipolis. INRA, 400 route des Chappes, BP 167, 06903 Sophia Antipolis cedex.

Région

- Centre

Au 1er décembre 2003 et jusqu'au 31 décembre 2004, **Gérard Dubray** est nommé délégué régional en remplacement de **Jean-Claude Bégon**.

Le document unique : un Outil de Pilotage de la Prévention à l'INRA



L'évaluation des risques est au sommet des principes généraux de prévention des risques professionnels. C'est une étape indispensable pour la maîtrise des risques afin de garantir la santé et la sécurité des personnes au travail.

Les principes généraux de prévention

- Éviter les risques : *Peut-on faire autrement ?*
- Évaluer les risques qui ne peuvent pas être évités : *démarche d'évaluation des risques professionnels*
- Combattre les risques à la source : *pas d'action sur les effets mais sur les causes*
- Adapter le travail à l'homme : *conception des postes, choix des produits, organisation du travail*
- Tenir compte de l'état d'évolution de la technique : *notion de progrès permanent*
- Remplacer ce qui est dangereux par ce qui est moins dangereux : *principe de substitution*
- Planifier la prévention : *plans et programme de prévention*
- Prendre des mesures de protection collective en leur donnant la priorité sur les mesures de protection individuelle : *amélioration collective des conditions de travail*
- Donner les instructions appropriées aux personnels : *information/formation*

Cette démarche, d'une pratique courante à l'INRA, est restée jusqu'à présent peu structurée.

Un **décret du 5 novembre 2001** a introduit une nouvelle disposition réglementaire destinée à formaliser cette démarche. Obligation est faite de **transcrire et de mettre à jour** dans un "document unique" les **résultats** de l'évaluation des risques.

Au-delà de l'obligation réglementaire, c'est là l'occasion de développer dans les centres et les unités un véritable outil de pilotage de la prévention.

Ainsi, la Direction générale, par courrier du 23 juillet 2003, a affirmé sa volonté de généraliser cette démarche à l'INRA tout en répondant à l'exigence du décret. Pour aider les centres, un groupe de travail de la Mission Centrale Prévention a créé un support informatique et propose un dispositif de mise en place et de mise en œuvre.

Le modèle de "document unique" ainsi créé a pris le nom d'**Outil de Pilotage de la Prévention à l'INRA (OPPI).** Ses principales fonctions sont de [1] :

- constituer une méthodologie pour l'analyse des problèmes d'hygiène et de sécurité s'inscrivant dans une démarche qualité
- faciliter le dialogue et conduire l'évaluation des risques sur un mode participatif
- structurer les actions déjà existantes en prévention
- fournir aux responsables (directeur d'unité, président de centre) et aux CHS des éléments nécessaires pour décider des priorités dans la mise en place des actions préventives ou correctives
- évaluer les résultats des mesures de prévention et inciter à les améliorer.

Chaque centre, par l'intermédiaire de son président, devra donc élaborer son document unique ou OPPI.

La mise en place d'une telle opération sera facilitée par la création dans chaque centre d'un comité de pilotage émanant du CHS et, dans les unités, d'un **projet d'unité**.

Des **formations**, permettant de s'approprier la démarche, le support informatique et les outils d'évaluation des risques, seront organisées en lien avec la Formation permanente pour accompagner la mise en œuvre de l'OPPI dans les centres.

La démarche se mettra en place de façon progressive et sera poursuivie selon la logique de l'amélioration continue. L'exhaustivité ne sera pas d'emblée recherchée. **La première étape consistera à identifier les principaux dangers dans chaque unité** à partir d'un inventaire des situations *a priori* les plus à risques réalisé au niveau des équipes. Ces situations seront **par la suite évaluées** à l'aide de méthodes.



Les démarches prévention et qualité existant dans les unités seront mises à profit :

- inventaire, gestion, contrôle des produits ou du matériel
- protocoles rédigés dans le cadre de l'AQR (Assurance Qualité Recherche)
- procédures formalisées (exemples : gestion des déchets, accueil des nouveaux)
- analyse des accidents
- visites prévention

...

L'intégration conjointe de ces démarches, basées sur les mêmes principes d'amélioration, devra être recherchée.

L'échéancier, précisé dans la note de la Direction générale, prévoit que l'identification des dangers principaux soit réalisée pour mars 2004 puis l'évaluation des risques correspondants et leur transcription pour fin 2004.

L'établissement de ce document n'est pas une fin en soi. Sa mise à jour régulière impliquant l'adhésion et la participation de tous, développera la culture prévention de l'Institut et favorisera l'intégration de la sécurité à l'ensemble des activités.

Christine Sébillotte,
Animatrice du groupe de travail [2] "OPPI/document unique",
Mission centrale Prévention

[1] Le projet a été présenté le 16 septembre 2003 aux présidents de centre, le 18 septembre aux directeurs des services d'appui, le 13 novembre aux délégués prévention de centre et le 27 novembre au CCHS.

[2] *Olivier Bethenod*, UMR Environnement et grandes cultures Versailles-Grignon, membre du CCHS ; *Philippe Binet*, médecin coordonnateur Paris ; *Nicole Bosseray*, SDAR Tours ; *Gilles Delattre*, délégué prévention Lille ; *Estelle Fain-Ferrari*, déléguée prévention Avignon ; *Céline Laigle*, déléguée prévention Clermont-Ferrand ; *Isabelle Louveau*, UMR Veaux et porcs Rennes ; *Inès Maranon*, Formation permanente nationale ; *Christine Sébillotte*, mission centrale prévention et déléguée prévention adjointe Dijon.

Quelques définitions

- *Qu'est-ce qu'un danger ?*

Est considéré comme dangereux ce qui est susceptible de provoquer des dommages à l'homme (ou à l'environnement).

- *Qu'est-ce qu'un risque ?*

Le risque résulte de l'exposition des personnes (ou de l'environnement) à un danger et est déterminé par les procédés de travail.

- *Quel est l'objectif de l'évaluation du risque ?*

L'évaluation du risque a pour objectif de déterminer un niveau de risque qui se situe entre acceptable et inacceptable sachant que dans la législation "le risque doit être réduit à la valeur la plus basse possible". À partir du niveau de risque, il sera possible de définir des priorités d'actions

- *Quels sont les critères utilisés pour évaluer le risque ?*

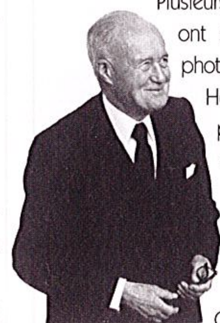
- nature du danger - gravité du dommage - fréquence et/ou durée d'exposition
- mesures de prévention déjà mises en place.

- *Qu'entend-on par mesures de prévention ?*

C'est l'ensemble des mesures techniques, humaines et organisationnelles susceptibles de réduire le risque.

Disparitions

Stéphane Hénin



Plusieurs lecteurs nous ont signalé que la photo de Stéphane Hénin qui accompagnait un texte sur sa disparition dans le n°119 d'*INRA mensuel* était en réalité celle de Yves Coïc qui a été le directeur de la Physiologie végétale à Versailles pendant de longues années, lui aussi disparu. Cette photo était dans les archives de l'INRA légendée : "Stéphane Hénin, chef du département d'Agronomie".

Nous nous excusons auprès de ceux qui les ont connus et auprès de Daniel Tessier, directeur de l'unité de Sciences du Sol à Versailles, auteur de l'article, qui n'avait pas vu cette photo avant sa parution. Nous le remercions pour l'envoi de celle-ci.

Michel Brochart, (1922-2004)
Les premiers pas de l'épidémiologie à l'INRA

Les travaux scientifiques de Michel Brochart ont d'abord porté, de 1945 à 1952, sur le sperme des mammifères domestiques, avec un caractère, comme il l'a dit lui-même, à la fois fondamental (thèse ès sciences : "Sur la présence et le rôle de la noradrénaline dans le sperme de taureau") et pratique, dans un objectif global d'amélioration des techniques d'insémination artificielle des bovins. Ainsi, Michel a-t-il notamment créé dans ce cadre un service de contrôle biologique et sanitaire des taureaux via les Centres d'Insémination Artificielle. À partir de 1953, il a réorienté sa thématique de recherche vers l'exploration de la nutrition phospho-calcique des femelles bovines, considérant que l'infécondité fe-

Travailler à l'INRA

Projet de présentation des souhaits de mobilité

La nouvelle politique de mobilité des ITA à l'INRA, définie par la note de service n°2003-75 du 23 septembre 2003, vise à mieux anticiper et afficher les besoins prévisibles de l'Institut, en termes de profils de compétences et de métiers, et à mieux identifier et gérer les voeux des agents en matière de mobilité, grâce à la mise en ligne de leurs **souhaits de mobilité**.

Pour ce faire, un infoservice est ouvert sur le site web de l'INRA, en intranet, à compter du 1er mars 2004. Cet infoservice est à la disposition des agents, pour leur permettre de retirer un dossier de souhaits de mobilité, comme des responsables, pour faciliter l'accès de ceux-ci aux demandes émises par les agents.

Les SDAR de chaque centre de recherche sont à la disposition des agents comme des responsables pour les accompagner dans leurs démarches.

Clara Bachetta,
Direction des Ressources humaines.
Paris, le 25 février 2004

Voir la décision, prise après avis favorable de la CNIL.
Informations complémentaires sur www.inra.fr, en intranet, rubrique "Ressources Humaines". Contacts : SDAR des centres de recherche.

Publication d'acte réglementaire

Direction de l'Innovation et des systèmes d'information

Décision de la Directrice générale de l'Institut national de la Recherche agronomique

• Vu la loi n°78-17 du 6 janvier 1978 modifiée relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés
• Vu le décret n°78-774 du 17 juillet 1978 modifié
• Vu le décret n°84-1120 du 14 décembre 1984 modifié relatif à l'Institut national de la Recherche agronomique
• Vu le décret du 1er août 2000 portant nomination de la directrice générale de l'Institut national de la Recherche agronomique
• Vu l'avis favorable numéro 883 826 émis le 4 février 2004 par la CNIL.

Décide

Article 1•••Il est créé au sein de l'INRA un traitement automatisé d'informations nominatives dont l'objet est de permettre aux agents ITA de l'INRA qui en font la demande de porter à la connaissance des responsables de poste de l'INRA leur désir d'effectuer une mobilité au sein de l'institut. Ce système d'information s'inscrit dans le cadre de réflexions en vue de développer une gestion plus individualisée des parcours professionnels.

Article 2•••Ce traitement a pour finalité d'offrir à tout agent qui en fait la démarche des opportunités de satisfaire dans les meilleurs délais son désir de mutation et de permettre aux responsables de poste d'anticiper au mieux leurs recrutements internes en portant à leur connaissance les profils d'agents susceptibles d'occuper le(s) poste(s) qu'ils ont à pourvoir.

Article 3•••Les informations nominatives enregistrées portent uniquement sur :
-Identité de l'individu (nom, prénom, matricule INRA, niveau de corps détenu)
-Données relatives à l'affectation actuelle (centre et unité d'affectation, département de recherche ou fonction d'appui à la recherche d'affectation, ancienneté dans l'affectation actuelle)
-Données relatives à l'affectation recherchée (centre et unité demandés par l'agent, département de recherche ou fonction d'appui à la recherche demandés, emploi-type décrivant la ou les fonctions que l'agent souhaite exercer).
Ces informations seront conservées un an à compter de leur mise sur le serveur, sauf demande de l'agent concerné, à tout moment, pour son retrait ou pour reconduction pour une autre année.

Article 4•••Les informations contenues dans la base de données "Souhaits de mobilité des ITA" pourront être consultées par tous les responsables de poste bénéficiant d'une connexion à l'Intranet de l'INRA et gérés par l'administrateur de l'INRA autorisé à intervenir sur cette base de données ainsi que par le directeur des services d'appui de chaque centre et par délégation les agents en charge de la gestion du personnel au niveau local.

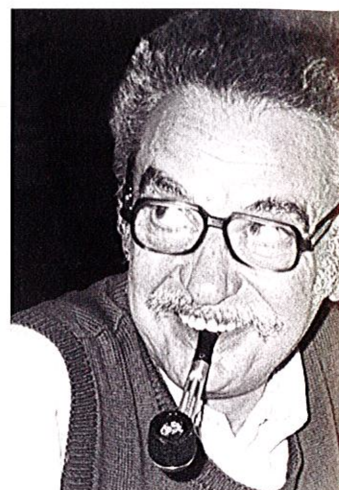
Article 5•••Le droit d'accès prévu par l'article 34 de la loi n°78-17 du 6 janvier 1978 modifiée s'exerce auprès de chaque Directeur des Services d'Appui des centres de l'INRA - ou par consultation directe du traitement.

Article 6•••La Directrice générale de l'INRA est chargée de l'exécution de la présente décision qui sera publiée dans la revue *INRA mensuel* et dans le bulletin *Trajectoires*.

Marion Guillou
fait à Paris, le 11 février 2004

melle, via notamment les déséquilibres en calcium et en phosphore, était devenu le facteur limitant de la fécondité des bovins. Il a ensuite exploré les équilibres nutritionnels - via l'étude de la teneur en minéraux et oligo-éléments du poil - au moment de sa venue à Theix. Michel s'est alors intéressé - de manière plus large - aux relations entre nutrition et fonction de reproduction, ses travaux ayant porté en particulier sur la technique du flushing, en tant que facteur d'amélioration de la fécondité des vaches. Les compétences affirmées de Michel Brochart en physiologie l'ont par ailleurs incité à se pencher, dès 1975, sur le rôle de la balance nutritionnelle en acides gras vis-à-vis de la reproduction, de la fécondation (kyste ovarien) à la mise bas (rétention placentaire). Son attachement à la recherche finalisée (selon lui complémentaire, et non opposée au fondamental dont il avait le goût), ainsi que sa formation vétérinaire et sa prise en considération des réalités du monde de l'élevage, l'ont ensuite porté vers l'épidémiologie. Ainsi, il a initié, à partir de la fin 1977, les premières recherches d'épidémiologie multifactorielle chez les ruminants, via la mise en place de l'enquête écopathologique continue en élevages-observatoires (1978-1982). C'est à partir de ces travaux *princeps*, ayant mis en évidence la hiérarchie de la pathologie, les associations pathologiques et un ensemble de facteurs de risque concernant les maladies d'élevage, que l'épidémiologie a lentement émergé à l'INRA, pour prendre récemment son essor, au vu de l'impact des crises sanitaires et de la clairvoyance des dirigeants de l'Institut.

Michel Brochart est né le 3 janvier 1922. Élève à Louis Le Grand de 1933 à 1940, il est reçu avec mention au baccalauréat de philosophie en août 1940. Admis en décembre 1940 au Concours d'entrée aux Écoles Nationales Vétérinaires, il intègre ensuite l'École Nationale Vétérinaire d'Alfort (ENVA). De janvier 1941 à juillet 1943, Michel fait ses trois premières années d'études vétérinaires, interrompues d'août 1943 à septembre 1944, en raison des obligations liées au STO (Service du travail obligatoire).



Après avoir soutenu son diplôme de fin d'études vétérinaires en mai 1945, il soutient sa thèse vétérinaire en juillet 1945, avant d'entrer, en tant que bénévole, au laboratoire de Zootechnie de l'ENVA. Débutant sa carrière à l'INRA le 1er juillet 1946, en tant qu'assistant contractuel scientifique, Michel Brochart devient assistant à Alfort (spécialité Zootechnie) en 1947, avant de passer sa thèse de doctorat ès Sciences (mention très honorable) et d'être reçu premier, dans la foulée, au concours de chargé de recherche en 1951. Maître de recherche en 1961, Michel accède au grade de directeur de recherche en octobre 1965, avant d'émigrer, le 15 juillet 1966, de l'ENVA au centre de recherches Zootechniques et Vétérinaires de Theix (CRZV). Premier administrateur* du CRZV de 1966 à 1972, notre collègue est aussi à l'époque directeur du laboratoire de Physiopathologie de la Nutrition (1966-1973), avant d'assumer la direction du département de Pathologie animale (1973-1977). Membre du Conseil scientifique de l'INRA de 1972 à 1977, Michel Brochart a fondé en 1978 le laboratoire d'Écopathologie (devenu depuis unité de recherche d'Épidémiologie animale), laboratoire qu'il a alors dirigé jusqu'à son départ en retraite, fin 1986.

Michel restera dans nos mémoires à travers son esprit brillant et engagé, ses convictions fortes, ses acquis scientifiques, sa culture et son goût du débat.

Jacques Barnouin,
Directeur de l'unité Épidémiologie animale,
Clermont-Ferrand-Theix

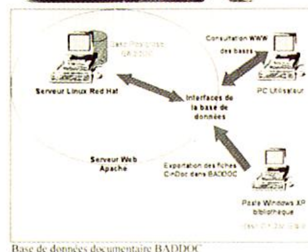
* À l'époque, la fonction de président de centre n'existait pas.

Faire connaître

Le Cahier des Techniques de l'Inra

Bulletin de liaison interne





Base de données documentaire BADDOC



Exemples de mélangeurs statiques

N° 50 ISSN 0762-7939
Décembre 2003

INRA – 147, rue de l'Université – 75 338 Paris cedex 07

Le *Cahier des Techniques*

Nouvelle formule, nouveau départ

La publication en ce début d'année du deuxième numéro de la nouvelle formule du *Cahier des Techniques* me donne l'occasion de vous présenter les changements intervenus en 2003 avec une nouvelle équipe (voir encart).

Une nouvelle organisation

Le *Cahier des Techniques* ayant une vocation transversale, il aurait pu être porté par plusieurs directions. Les circonstances et l'intérêt manifesté par Gérard Jacquin ont fait que la revue est actuellement rattachée au Pôle Partenariat Transfert Innovation de la DISI (DISI/PTI).

Le public visé

Le Cahier des Techniques s'adresse en priorité aux techniciens de l'INRA. Il n'est peut-être pas inutile de rappeler que nous utilisons dans cette revue le terme "technicien" pour désigner tous ceux qui ont à faire avec la technique et pas simplement la catégorie professionnelle des techniciens de la recherche.

La connaissance du lectorat est une de nos préoccupations constantes car les disciplines évoluent et les techniques aussi ; il est important que la revue reste en phase avec ces évolutions.

La ligne éditoriale

Par une enquête auprès des lecteurs ou en discutant librement avec quelques-uns d'entre eux, nous avons cherché à savoir quels étaient les changements attendus.

Le *Cahier des Techniques* a très peu évolué dans sa forme depuis sa création. Les dessins de couverture de Robert Rousso -que nous remercions ici chaleureusement- si appréciés des lecteurs illustraient bien cette permanence, permanence toute relative car l'analyse rétrospective des articles montre que le *Cahier* a suivi l'évolution de la science et des pratiques des laboratoires. Beaucoup de lecteurs nous ont fait part de leur attachement à la revue, exprimant de manière souvent implicite le souhait d'une certaine continuité, y compris sur la forme qui contribuait à lui donner une identité forte. Le nombre très élevé des réponses au questionnaire révèle également la force de cet attachement. D'autres nous ont clairement indiqué qu'ils souhaitaient un changement radical, estimant que l'image donnée par la revue était un peu datée. Le comité de publication "dans sa grande sagesse" a donc décidé de rechercher un moyen terme entre les "Anciens" et les "Modernes" en évitant tout changement radical de la forme. Le principal changement est sans doute l'abandon des dessins de Rousso en couverture, par nécessité puisque l'illustrateur est désormais à la retraite.

Sur le fond, le Comité souhaite rester fidèle à l'esprit des créateurs : donner la parole aux techniciens (encore une fois au sens large du terme) en leur permettant de publier leurs travaux, diffuser au sein de l'Institut les techniques et les savoir-faire développés dans les laboratoires, encourager la créativité et l'innovation technique. La lecture des derniers numéros laisse apparaître une évolution de la nature et de la complexité des dispositifs décrits. Autrefois les articles présentaient des réalisations que l'on pourrait qualifier de "trucs et astuces" ; aujourd'hui, les premiers subsistent, mais on trouve aussi de nombreux articles à caractère méthodologique ou décrivant des dispositifs faisant appel à l'informatique et à l'électronique. Ces évolutions sont le reflet de celles de la recherche à l'INRA, de plus en plus tournée vers la conceptualisation et la modélisation. Ce qui nous semble important pour la revue, c'est que tous les techniciens, quelle que soit leur discipline, puissent publier dans le *Cahier des Techniques*. C'est un choix fondamental réaffirmé par le Comité. La conséquence de ce choix est qu'il y a une grande hétérogénéité des articles publiés. Certains lecteurs le regrettent et il est vrai que la lecture n'en est pas facilitée : il faut parcourir les articles pour savoir s'ils intéressent. Nous allons essayer de réduire cette difficulté de lecture par différents moyens techniques (utilisation d'un moteur de recherche sur le site, numéros spéciaux…). Un **premier numéro spécial** est en cours de préparation sur le thème des **"Méthodes d'appréciation du comportement variétal aux bioagresseurs" en collaboration avec Bernard Tivoli** (à paraître au deuxième semestre 2004).

L'hétérogénéité se manifeste également dans la forme. Les styles sont très différents, la structure des textes et le degré de spécialisation aussi. Tout ceci fait que les articles sont plus ou moins faciles à lire. Du point de vue du lecteur, il serait sans doute souhaitable d'harmoniser les textes, en tout cas de les rendre plus lisibles, mais le Comité de publication est également très attaché à ce que les auteurs s'expriment librement et à ce que le texte publié soit réellement le leur. Le comité se contente donc de prodiguer quelques conseils aux auteurs et de veiller à ce que le texte soit suffisamment lisible. Le *Cahier des Techniques* n'est pas une revue de vulgarisation au sens habituel du terme. Il est l'expression des techniciens eux-mêmes.

Évolution du contenu

Comme indiqué précédemment, le contenu du *Cahier des Techniques* sera d'abord et avant tout composé des articles que les techniciens nous auront adressés. Nous en profitons d'ailleurs pour faire un appel et encourager tous ceux qui le souhaitent à nous adresser leurs manuscrits (huyez@paris.inra.fr). Toutefois, en réfléchissant aux évolutions du contenu de la revue, le comité a estimé qu'il pourrait être intéressant que le *Cahier des Techniques* se rapproche d'autres initiatives. Par exemple :

- des journées de la Mesure : ces journées sont organisées chaque année pour permettre à toutes les personnes confrontées à des problèmes de mesure de se rencontrer et d'échanger leurs expériences
- du groupe des animaliers : les animaliers de l'INRA se rencontrent régulièrement pour échanger leurs expériences et confronter leur savoir-faire

Extraits d'une lettre de Gérard Jacquin qui rappelle la création du *Cahier* et le rôle essentiel joué par Yves et Madeleine Bonnet

[…] Depuis sa création en 1983, le Cahier des Techniques a été tenu à bout de bras par Yves et Madeleine Bonnet, qui ont continué à l'animer et le faire vivre pendant leur retraite. Qu'ils en soient ici vivement remerciés !*

Le Cahier des Techniques remplit une fonction essentielle et pérenne pour notre Institut : il doit favoriser, valoriser et organiser le partage des connaissances et des expertises au sein des communautés de techniciens. Ce partage des connaissances et cette mutualisation de notre patrimoine technologique sont d'autant plus importants que beaucoup d'agents de l'INRA vont partir à la retraite dans les prochaines années. J'ai donc estimé que cette revue, qui doit contribuer au sein des unités INRA à stimuler l'innovation technologique et créer des réseaux internes partageant des préoccupations techniques communes, méritait d'être soutenue, développée, modernisée. […]

Faire connaître

• l'Assurance-Qualité : elle a profondément modifié ces dernières années la vie des laboratoires et celles des techniciens en particulier.

Enfin, au moment où de nombreux agents de l'INRA vont partir à la retraite, il nous a semblé que le *Cahier des Techniques* pouvait aussi être un moyen de conserver les savoir-faire acquis au cours de leur carrière et de transmettre leur expérience professionnelle aux plus jeunes. L'un des moyens de réaliser cet objectif est de publier des numéros spéciaux traitant de techniques mises en œuvre dans une discipline donnée.

Modalités de diffusion

Les modalités de diffusion ont été revues profondément. Tout d'abord il faut dire que, même en cette période de restriction budgétaire, nous souhaitions que le *Cahier des Techniques* reste gratuit. C'est un outil interne au service de la communauté des techniciens. Mais le *Cahier* a aussi un coût. Nous avons donc décidé de combiner une diffusion traditionnelle au format "papier" avec une diffusion électronique via l'internet. La première est collective car adressée à chaque unité, la seconde est personnalisée via les adresses électroniques nominatives.

Nous invitons donc tous les agents de l'INRA intéressés à recevoir le *Cahier des Techniques* sous forme électronique, à s'inscrire sur la liste de diffusion électronique suivante : //listes.inra.fr/wws/info/cahier-des-techniques

Par ailleurs, le *Cahier des Techniques* est désormais accessible sur le site web INRA : http://www.inra.fr/Intranet/Produits/cahiers-des-techniques/

En conclusion, nous espérons que cette nouvelle formule aura au moins autant de succès que la précédente. Cette revue est la vôtre. Nous comptons sur votre participation -et sur votre sens critique- pour que cette nouvelle formule du *Cahier des Techniques* se bonifie avec le temps.

Jean-François Quillien,
Directeur de publication,
directeur délégué DISI/PTI

Comité de Publication :
il est constitué pour partie de l'ancienne équipe de manière à assurer une transition en douceur : Christelle Chapuis, Michelle Cussenot, Dominique Desbois, Denise Grail, Marie Huyez-Levrat, Ahmed Ouali, Jean-François Quillien, Daniel Renou.
Directeur de la Publication : Jean-François Quillien. **Secrétaire d'Édition** : Marie Huyez-Levrat. **Impression** : Patrick Dufour, Lionel Pinabel, Atelier reproduction INRA.

- Cahier des techniques de l'INRA. Bulletin de liaison interne, n°50, décembre 2003, 64 p. www.inra.fr/Intranet/Produits/cahiers-des-techniques
•Assurance-Qualité, métrologie •Incertitudes des mesures analytiques •Fabrication d'un mélangeur statique •Mise au point de repérage des couleurs •Introduction à la méthode des scores •base de données documentaire.

Colloques

Organisés par l'INRA ou auxquels participent des intervenants INRA

- Produits phytosanitaires : concilier efficacité et gestion durable, Cap Vert à Quétigny (périphérie de Dijon), organisé par le Groupe français des pesticides, l'université de Bourgogne, l'INRA, 26-28 mai 2004.
Les objectifs scientifiques s'inscrivent dans la perspective d'une utilisation raisonnée des produits phytosanitaires qui préserve leur efficacité mais contribue en même temps au développement d'une agriculture durable.
Thèmes abordés : l'optimisation de la lutte •La gestion des risques.
Contact : secrétariat : Martine Janisz
Tél. 03 80 69 30 40 / Fax : 03 80 69 32 24
mjanisz@dijon.inra.fr
responsable scientifique : Jean-Claude Fournier. Tél. 03 80 69 30 99 / Fax. 03 80 69 32 24 fournier@dijon.inra.fr
www.dijon.inra.fr/mds/gfp2004

- International symposium on propionibacteria and bifidobacteria: dairy and probiotic applications, Saint-Malo, organisé par le laboratoire UMR Science et technologie du lait, 2-4 juin 2004. www.rennes.inra.fr/propiobifido2004

- Food safety under extreme conditions... Jaen (Espagne), 6-8 septembre 2004, co-organisé avec la FAO, l'OMS, l'IRD, et l'université de Jaen, www.ujaen.es/huesped/foodsafe/
L'appel à contributions concernait : le thème de la sécurité sanitaire des aliments fermentés (produits laitiers fermentés, olives, aliments fermentés à base de céréales, charcuteries...) produits par les petites entreprises sur "l'axe" Europe-Méditerranée-Afrique, et donc toute question portant sur : le stress acide (e.g. chez *E. coli* O157:H7, *Bacillus cereus*...) ; l'occurrence de tels ou tels types de pathogènes et leur détection rapide selon la catégorie d'aliments ; l'usage de micro-organismes GRAS (c'est-à-dire généralement reconnus inoffensifs - de l'anglais *Generally Recognized as Safe*) producteurs de substances antimicrobiennes (e.g. bactériocines) ; état des lieux sur les mycotoxines (état des connaissance, occurrence, méthodes de détection...) ; le risque nutritionnel ; les aspects réglementaires communautaires ou nationaux. Cette conférence a pour objectif d'initier le dialogue entre chercheurs et experts de différents pays, de recommander quelques axes clairs sur lesquels des recherches pertinentes intéressant les pays du Bassin méditerranéen et de l'Afrique sub-saharienne pourraient être conduites en collaboration avec des laboratoires européens. Elle se situe aussi dans la perspective de créer des synergies en vue des prochains appels d'offre (2005-2006) du 6ème PCRD européen sur la priorité 5 "Food Quality and Safety".
Contact : Jean-Pierre Guyot, Écophysiologie microbienne des aliments
Jean-Pierre.Guyot@mpl.ird.fr

Autre

- 5th International Congress on Farm Animal Endocrinology, Budapest, 4-6 July, 2004, www.diamond-congress.hu/icfae2004

Nouveautés

Revues

- Les dossiers de l'environnement de l'INRA. Désintensification de l'agriculture - Questions et débats, Mission Environnement-Société, coord. Dominique Dron, n°24, nov. 2003, 190 p. 26€, frais d'envoi pour la France : 5€ pour 1 ex
www.inra.fr/dpenv


Dessin : Claire Brenot

Pourquoi désintensifier ? Qu'est-ce que désintensifier ? •Désintensification et systèmes de production •Approches transversales de la désintensification •Acteurs privés et politiques face à la désintensification.



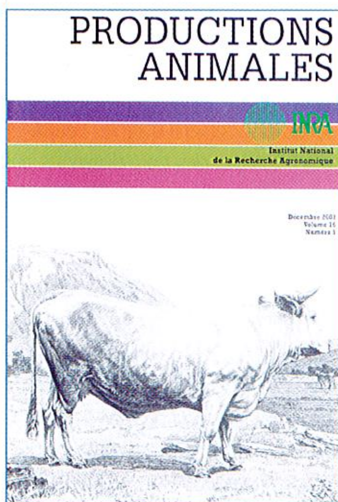
Dessin : Robert Rousso

- Les dossiers de l'environnement de l'INRA. AGREDE Agriculture et épandage de déchets urbains et agro-industriels, Mission Environnement-Société, coord. Martine Tercé, dessins de Claire Brenot, n°25, novembre 2003, 154 p., 26 €.
www.inra.fr/dpenv.do.htm
Le programme AGREDE a été conçu par l'INRA en 1996 pour améliorer les connaissances scientifiques sur l'épandage de produits résiduaires. Les controverses dont l'épandage agricole des

déchets avaient été l'objet renvoyaient pour beaucoup d'entre elles à des zones d'ignorance quant à ses impacts environnementaux. L'effort de recherche avait jusqu'alors porté surtout sur sa valorisation agronomique. Par son rôle fédérateur et son ouverture à des disciplines nouvelles, le programme AGREDE a permis de jeter un regard neuf sur l'épandage des déchets, et débouche sur de nouveaux outils d'évaluation agronomique et environnementale.

- Cahiers d'Économie et Sociologie rurales. La réglementation des OGM. Le débat Europe/États-Unis, INRA, n°s 68-69, 3e et 4e trimestres 2003, 112 p., 25€ le n°, le n° double 35€. (Abonnement de 4 n°s/an : 70€).
•What explains the divergence in European and American perspectives on the regulation of gentically-engineered food ? •Les Américains ont-ils accepté les OGM ? Analyse comparée de la construction des OGM comme problème public en France et aux États-Unis •Reframing regulatory science : Trans-Atlantic conflicts avec GM crops •Science and public participation in regulating genetically-engineered-food : French and American experiences •OGM et relations commerciales transatlantiques •Will the success of trade policy undermine the world trading system ?

- Productions animales, INRA, vol. 16, n°5, décembre 2003, 98 p., 16€ (1 an/5 n°s : 65€) www.inra.fr/productions-animales



• Quel avenir pour les filières animales ?
• Négociations agricoles multilatérales et productions animales européennes.
• Stratégies dans les filières animales.
• Consommation des produits carnés.
• L'élevage contemporain en question.
• Le secteur de l'alimentation animale.
• Économie et avenir des filières : porcine ; avicoles et cunicoles ; chevaline.
• Production et échanges de viande bovine
• Consommation de viande bovine.

- Sécheresse, Éd. John Libbey Eurotext, vol.14, n°4, oct.-nov.-déc. 2003, 21€ pays du Nord, 11 E. pays du Sud, (4 n°s : 56€) www.john-libbey-eurotext.fr
Sommaire : le dépérissement des forêts au Maroc : analyse des causes et stratégie de lutte ; les fonctionnements hydroélectriques de la cuvette lacustre de Moharlou (Iran) ; influence des fortes températures diurnes sur la productivité du niébé en culture de contre-saison ; transpiration globale et fonctionnement hydrique unitaire chez *Acacia tirtilis* en conditions de déficit pluviométrique ; la salinisation secondaire des sols au Sahara. Conséquence sur la durabilité de l'agriculture dans les nouveaux périmètres de mise en valeur.

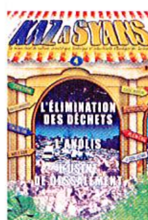
- Insectes. Les cahiers de liaison de l'OPIE, n°131, décembre 2003, 40 p., 7,6 € (Abonnement de 4 n°s : 29€) www.inra.fr/OPIE-Insectes/pa.htm
•Insectes du sol •À chacun son cigare •La Chevêche et les cigales •Collés, englués, scotchés... •le Bâton de Trinidad •L'entomologie en maternelle •La fièvre catarrhale ovine •Les Mantes *Acathops*

- Communications. Bienfaisante nature, École des hautes études en sciences sociales - centre d'études transdisciplinaires (sociologie, anthropologie, histoire), n°74, 2003.
•La messe des animaux •La place de l'animal dans les politiques urbaines •Ces bonnes vaches aux yeux si doux.

- Agricultures. Cahiers d'études et de recherches francophones, vol.12, n°6, Éd. John Libbey Eurotext, nov.-déc. 2003, 83 p., 18€, (6 n°s par an : 69€) www.john-libbey-eurotext.fr
Sommaire : du prélèvement au dosage: réflexions sur les problèmes posés par la mesure des glucides non structuraux chez les végétaux ligneux ; principes et outils de conception, conduite et évaluation de systèmes de culture ; bioefficacité des poudres et des huiles essentielles des feuilles de *Chenopodium ambrosioides* et *Eucalyptus saligna* à l'égard de la bruche du niébé, *Catiosobruchus maculatus* Fab. ; le fumage du poisson au Burkina Faso : comparaison des caractéristiques et de la rentabilité de trois types de fumoirs améliorés ; situation de l'élevage ovin en Tunisie et rôle de la recherche ; réflexion sur le développement d'une approche système.

- La Garance Voyageuse, revue du monde végétal, n°64, hiver 2003, 50 p., 7,5€ (abonnement d'1 an, 4 n°s 23€) garance@wanadoo.fr ou //garance.voyageuse.free.fr
Dossier peuplier ; fruits et légumes ; terroir viticole.

- CNRS Focus. Le cancer, dossier, CNRS Éd., décembre 2003, 36 p. www.cnrs.fr
•Enrichir la connaissance •comprendre les mécanismes de la cancérisation •améliorer le diagnostic •imaginer les thérapies de demain •valoriser les recherches •interroger la complexité humaine et sociale du cancer •répondre aux enjeux du cancer par la recherche.

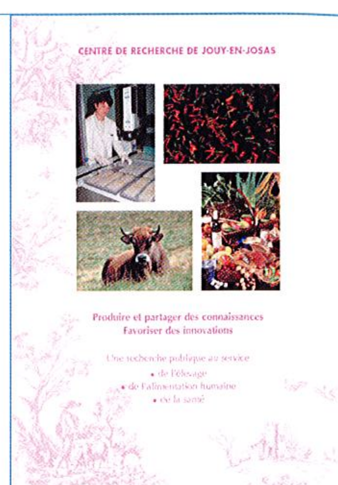


- Kazasyans, trimestriel de culture scientifique, technique et industrielle de la Guadeloupe, Archipel des sciences, n°4, 3ème trimestre 2003, www.archipel-des-sciences.org
L'élimination des déchets, l'anolis, l'usine de dessalement. Partenaires : INRA, CIRAD, ONF, DRRT...

Plaquettes de centre

Centre de Jouy-en-Josas

- Produire et partager des connaissances. Favoriser des innovations. Une recherche publique au service de l'élevage, de l'alimentation humaine, de la santé, novembre 2003, 4 volets.
•des hommes, des moyens, des infrastructures, les implantations en Ile-de-france, les partenaires scientifique et socio-économique •des compétences : des animaux modèles... à la gestion des populations, des bactéries modèles aux bactéries industrielles, des nutriments... aux recommandations nutritionnelles : génétique animale, physiologie animale, santé animale, santé publique, microbiologie, qualité de produits alimentaires, nutrition humaine, mathématique, statistique informatique •de nouveaux développements : biologie intégrative, bio-informatique •des atouts : des élevages et des installations expérimentales en Ile-de-France, un positionnement original et des approches transversales,



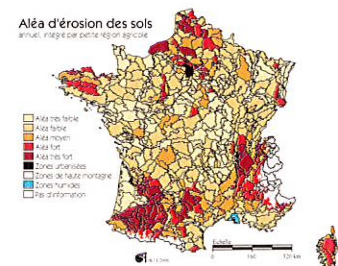
des dispositifs nationaux, des objets d'études originaux •des objectifs scientifiques et des enjeux socio-économiques : approcher la complexité du vivant, soutenir la production agricole pour des aliments de qualité.

Centre de recherche Antilles-Guyane (CRAG)

- Préserver la biodiversité, promouvoir une agriculture durable, respectueuse de l'environnement et des territoires, agenda illustré, 2004, environ 120 p.

Livres

- Pluies d'automne et coulées de boue. Faisant suite à un été exceptionnellement sec et chaud, les fortes pluies, classiques en automne, peuvent entraîner ruissellement et érosion des sols, et sont souvent à l'origine de coulées de boues. Les risques sont d'autant plus importants que les sols sont nus au moment des premières pluies, à la suite d'une croissance réduite de la végétation ou à sa destruction du fait de la sécheresse ou encore d'incendies. La sécheresse et les feux peuvent aussi avoir des effets sur l'imperméabilisation de la surface des sols et la fragilisation de leur structure (fissuration), accroissant ainsi les risques d'érosion hydrique lors de fortes pluies. Des cartes et des documents sont présentés dans une synthè-



Faire connaître

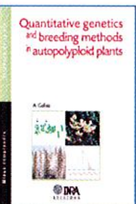
INRA Éditions

- Estimation des risques environnementaux des pesticides, E. Barriuso coord., 2004, 126 p., 24€.



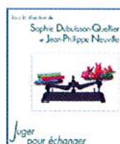
Le devenir des pesticides dans le sol et leur dispersion vers d'autres compartiments de l'environnement sont à l'origine des risques de contamination. L'évaluation de ces risques peut se faire de différentes manières : selon des démarches normées (par exemple dans le cadre de l'homologation des produits phytosanitaires), à l'aide d'indicateurs environnementaux ou encore selon des approches probabilistes. L'ouvrage présente ces outils d'estimation et les évolutions méthodologiques envisagées. Il donne également des orientations en matière de gestion pour la réduction des pollutions dues aux produits phytosanitaires.

Quantitative Genetics and Breeding Methods in Autopolyploid Plants



(Génétique quantitative et méthodes de sélection chez les espèces autopolyploïdes), A. Gallais, 2003, 516 p. 130€. Ouvrage en anglais.
Partant des particularités de l'état autopolyploïde, cet ouvrage est une formulation des concepts essentiels dans les domaines suivants : génétique des populations, génétique quantitative, méthodologie de sélection et création de variétés. De nombreux résultats sont aussi présentés en fonction du niveau de ploïdie, la diploïdie devenant alors un cas particulier. La détection de QTL et la sélection assistée par marqueurs sont également traitées.

- Juger pour échanger. La construction sociale de l'accord sur la qualité dans une économie des jugements individuels, S. Dubuisson-Quellier, J.-P. Neuville, coéd. INRA-MSH, 2003, 250 p., 27€.



Dans quelles conditions les acteurs économiques des sociétés modernes parviennent-ils à "passer contrat" et à échanger en confiance ? Cet ouvrage a pour objet de décrire et comprendre les mécanismes permettant la production du jugement, plus précisément la construction d'accords sur la qualité, dans des situations d'échange très variables : souscription de contrats d'assurance-vie, conception de produits industriels alimentaires, services professionnels (expertise comptable, cabinets d'avocats), producteurs du secteur de la construction automobile, jugements de critiques vinicoles sur la qualité des vins...

se réalisée par l'INRA, en collaboration avec l'IFEN, sur l'érosion hydrique des sols en France [1]. Ils permettent de localiser les principales régions affectées par ce risque et d'en identifier les facteurs.

[1] *L'érosion hydrique des sols en France,* par Y. Le Bissonnais (Sciences du sol, INRA Orléans), J. Thorette (IFEN), C. Bardet (SIGMAP), J. Daroussin (INRA), nov. 2002, 107 p.
yves.le-bissonnais@orleans.inra.fr

Rapport au format ".pdf" téléchargeable sur les sites de l'INRA : //erosion.orleans.inra.fr/rapport2002/ ou de l'IFEN : www.ifen.fr (Actualité/Nouveautés/Archives2002)

- Penser la recherche : l'exemple de la physiologie animale, François du Mesnil du Buisson, Éd. L'Harmattan, coll. Acteurs de la Science, 2003, 96 p., 9.50€.
François du Mesnil du Buisson est membre de l'Académie d'Agriculture, directeur de recherche honoraire INRA. Ses recherches ont porté principalement sur la mise au point de l'insémination artificielle de la truie, sur la production d'embryons et la transplantation embryonnaire chez la vache. Après avoir dirigé la station centrale de Physiologie animale à Jouy-en-Josas, il a représenté l'INRA à l'Agence nationale de valorisation de la recherche (ANVAR). Docteur ès Sciences, il est aussi titulaire d'un DEA de philosophie des sciences de l'université de Paris-Sorbonne. Il souhaite mieux faire comprendre la démarche de recherche, la façon dont



les questions que l'on pose en font surgir d'autres, en boucles, comme l'exploration des relations liées à un phénomène complexe donné caractérise le "détour expérimental". L'auteur développe de nombreux points rarement abordés par les chercheurs : comment arrive-t-on à un résultat scientifique ? Une théorie comme une expression de résultats généralisés, comme nécessité de la circulation de la science ; y-a-t-il une construction sociale des faits scientifiques ? Évolution et autonomie des techniques. Difficultés à propos de l'observation et de l'énoncé des faits... Les exemples sont tirés le plus souvent de sa propre expérience de laboratoire en physiologie de la reproduction animale. En outre, deux chapitres traitent de la place des inventions au regard des aspirations de la société et dans leur rapport avec la recherche scientifique. L'auteur insiste sur le fait que chaque découverte est liée à un chercheur en tant qu'individu, l'organisme ne fournissant que le cadre et l'appui à la recherche. L'auteur évoque également ses engagements personnels.

- Économie institutionnelle des transformations agraires en Russie, Vladimir Yefimov, L'Harmattan, Paris, 2003, 400 p., 32€.
L'apport considérable de cet ouvrage à l'intelligence de la question agraire russe, historiquement enracinée et située dans le débat théorique mondial sur le développement agricole, en fait une référence actualisée de premier plan sur ce champ important, qui en manque singulièrement. Il est aussi une démonstration convaincante de l'aptitude singulière de l'économie institutionnelle à comprendre le jeu complexe des déterminations du changement socio-économique d'une manière potentiellement indispensable à la prospective et à l'élaboration des politiques publiques.

- Nouvelles Pyrénées. Paysans, paysages et produits, J.-C. Flamant, S. Thierry, Hachette livre, 2003, 176 p., 39€.
Un photographe et un agronome nous invitent à un voyage haut en couleurs à travers champs et vallées. Texte et images se répondent ainsi pour raconter les nouvelles Pyrénées, ces montagnes humaines que des femmes et des hommes passionnés font vivre. Du Pays basque jusqu'aux coteaux méditerranéens, nous partons découvrir des productions qui conjuguent avec talent, innovation et tradition : vins d'Irouléguy ou de Banyuls, fromages du Couserans, de la vallée d'Ossau ou de la Barousse, bovins Gascons, truites d'Ariège, piment d'Espelette, porcs Basques, moutons du Pays toy, chèvres de Hautes-Corbières... Un carnet de voyages érudit et sensible.

- Pour une écologie de l'action. Savoir agir, apprendre, connaître, Bernard Hubert, Éd. Arguments (1, rue Gozlin 75006 Paris / tél. 01 43 29 07 44 / fax. 01 4,3 25 44 59), coll. "Parcours et paroles", 2004, 440 p., 28€.
La conception d'une écologie de l'action représente l'une des aventures intellectuelles les plus stimulantes de ce début du XXème siècle. Bernard Hubert en est l'un des acteurs et observateurs privilégiés. Il réunit ici une vingtaine de textes centrés sur les systèmes agraires et le développement. Le choix des textes et l'organisation du volume, en cinq parties qui constituent autant d'étapes, sont génétiques et thématiques : des objets de la nature, tels qu'on les étudiait dans les années 1970, jusqu'au défi adressé au politique par le développement durable. L'ouvrage rend compte des trois décennies au cours desquelles les problèmes de nature ont fait irruption dans la société et ont imposé une nouvelle façon de penser et de travailler, en validant l'interdisciplinarité à l'épreuve d'actions de recherche en partenariat dans une dynamique d'apprentissage collectif. Cet ouvrage s'inscrit dans les débats sur l'environnement qui exigent de tous les acteurs le partage et la compréhension des enjeux soulevés. Voilà ouvert un formidable chantier. Savoir agir, apprendre, connaître... Un dispositif innovant pour construire au carrefour des sciences de la nature, des sciences techniques et des sciences sociales, entre chercheurs et partenaires des objets de recherche scientifiquement féconds et socialement utiles.

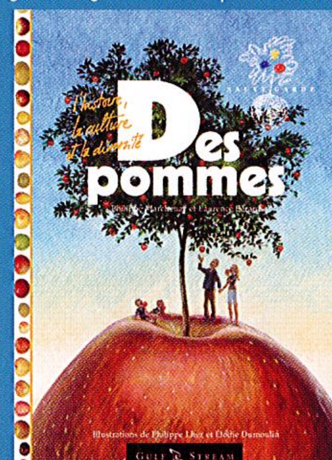
- Analyse chimique des sols. Méthodes choisies, Clément Mathieu et Françoise Pieltain, Éditions TEC&DOC, 2003, 408 p., 65€, www.Lavoisier.fr

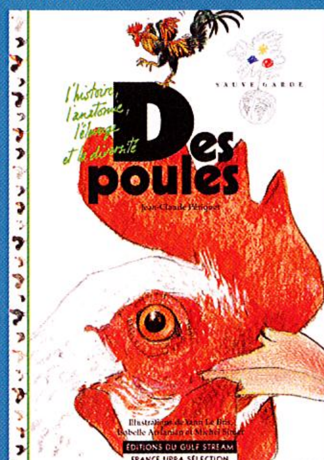
La caractérisation des sols et la compréhension de leur dynamique nécessitent en effet, outre des interventions *in situ*, des mesures et des analyses en laboratoire, notamment par les méthodes dites "classiques", en 14 rubriques qui abordent successivement, après avoir rappelé l'importance des prélèvements sur le terrain et de la préparation des échantillons de terre : les mesures du pH ; le dosage du carbone organique ; le dosage de l'azote total… Les auteurs s'appuient également sur leurs expériences de terrain diversifiées pour proposer des choix appropriés. Après avoir exposé les méthodes, le matériel nécessaire et les modes opératoires, ils présentent des résultats.

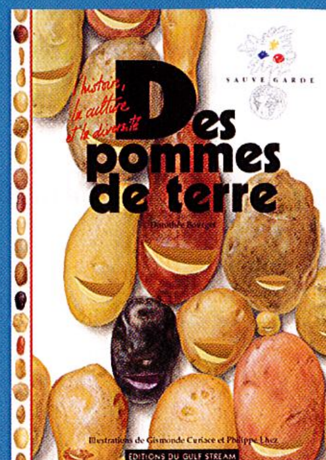
- Quelle place pour les produits de santé végétale dans l'agriculture durable ? intervenants : Frank Brunet, Frank Garnier, Jean Gaubert, Christophe Grison, Antoine Herth, Thierry Klinger, Marcel Mazoyer, Jean-Marc Meynard (INRA), édité par le groupe Altédia (tél. 01 44 91 58 50), 2003, 96 p., www.uipp.org

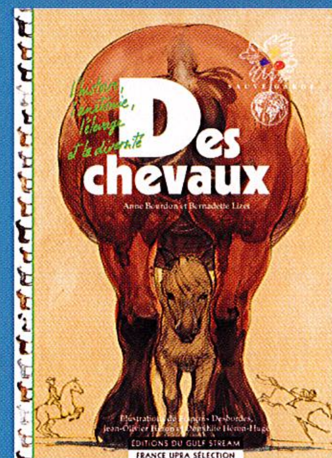
Actes du colloque du 17 juin 2003 à l'espace Charles-Louis Havas de Neuilly-sur-Seine organisé par l'Union des industries de la protection des plantes.

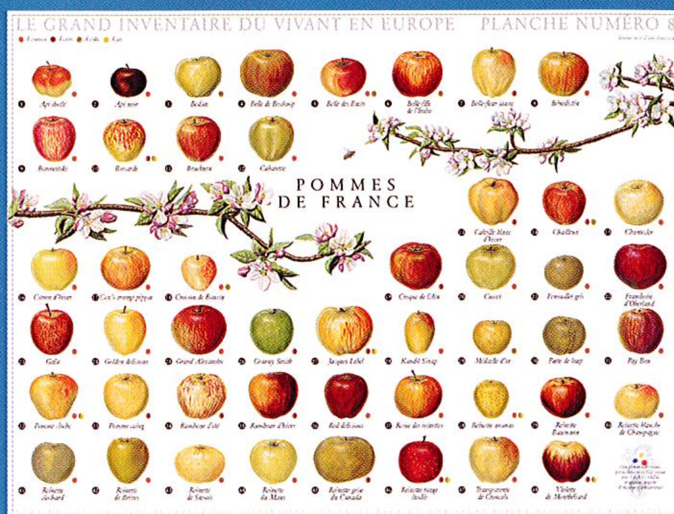
Une collection de livres sur l'agriculture et la biodiversité, illustrés : 12 sont parus et une dizaine sont à paraître. Éditions Gulf Stream avec Sauvegarde, 2004, 68 p., 12,50€. 31, quai des Antilles 44200 Nantes tél. 02 40 48 06 68 gsnantes@gulfstream.fr. Responsable Domitille Héron.











Restaurer auprès du public l'image de l'agriculture, dresser l'inventaire des races animales et des espèces végétales exploitées en France, tel est le but des éditions Gulf Stream qui publient avec les conseils de France UPRA Sélection, la collection Sauvegarde, des livres d'éducation à la biodiversité.

- ADN, mots et modèles, Stéphane Robin, François Rodolphe (INRA), Sophie Schbath (INRA), Éd. Belin, coll. Échelles, 2003, 144 p., 19,9€, www.editions-belin-com

L'analyse des séquences d'ADN représente un véritable tournant de la génétique moderne. Plusieurs exemples montrent aujourd'hui que des fonctions biologiques importantes sont liées à de courtes séquences (mots exceptionnels) présentes en nombre remarquable, ou dont la répartition est remarquable sur le génome. Cet ouvrage traite de la recherche de mots exceptionnels dans les séquences d'ADN par des méthodes markoviennes. La démarche est pratique, illustrée de nombreux exemples et modèles. Une introduction claire, pédagogique et indispensable à l'analyse statistique des séquences d'ADN.

Stéphane Robin
François Rodolphe
Sophie Schbath
Collection ÉCHELLES

- Des mondes de confiance. Un concept à l'épreuve de la réalité sociale, Vincent Mangematin (INRA), Christian Thuderoz, CNRS Éd., coll. CNRS sociologie, 2003, 296 p., 23€.

Comment le concept de confiance est-il décliné dans les relations sociales ? dans les relations universités/entreprises ? dans les relations à l'autre ? Cet ouvrage éprouve le rôle, l'utilité et le fonctionnement de la confiance dans des situations de crise. Quelle confiance s'établit entre des magistrats et des délinquants ? Comment la confiance se construit-elle entre les pompes funèbres et leurs clients ? Pourquoi les populations sédentaires feraient-elles confiance aux nomades ? Quelles sont les béquilles de la confiance dans les échanges économiques ? Pourquoi le consommateur fait-il confiance à son boucher, son pâtissier ou son guide vinicole ? Confiance, jamais ce mot n'a été autant prononcé ou écrit qu'à l'heure actuelle dans des domaines aussi divers que l'économie, la politique, le développement ou les relations internationales. Le livre explore la construction de ce concept dans les sciences sociales et analyse comment la confiance est éprouvée quand deux mondes se rencontrent.

En ligne

- La réforme de la Politique agricole commune de juin 2003.

Présentation des travaux réalisés au département Économie et sociologie rurales de l'INRA. Textes des interventions au colloque du 10 décembre 2003, organisé par le département. Format PDF sur le site ESR (rubrique Vie scientifique, Animations scientifiques)

www.inra.fr/Internet/Departements/ESR/vie/animations/Reforme_PAC/Reforme_PAC.php?PH ■

n°119

INRA mensuel
Journal interne, mars 2004

Une rencontre autour de Bertrand Hervieu

3 L'INRA a souhaité exprimer à Bertrand Hervieu sa reconnaissance pour son action durant les quatre années de sa présidence. Les partenaires institutionnels, scientifiques et socio-économiques de l'Institut étaient associés à cette rencontre. Claudie Haigneré, ministre déléguée à la Recherche, a tenu à exprimer combien Bertrand Hervieu avait dirigé l'INRA avec une forte conception de la place de la recherche publique dans notre société et dans le monde, dans un esprit d'ouverture et un grand souci de tracer des perspectives à long terme. Larges extraits des interventions de Marion Guillou et de Bertrand Hervieu.

Actualités scientifiques

9 Colonisation intempestive de la grotte de Lascaux par un champignon

L'été 2001, un important feutrage mycélien s'est développé dans la grotte de Lascaux qui pouvait mettre en danger la conservation de ses fresques. Les recherches concernent l'origine et la nature de ce champignon, les conditions qui ont permis cette explosion soudaine, les méthodes de contrôle et de préservation possibles. *Claude Alabouvette, Chantal Olivain*, Dijon

11 La migration postglaciaire de la Truffe noire du Périgord révélée par son génome

Les truffes sont des fructifications résultant de symbioses ectomycorhiziennes entre des champignons et les racines d'un grand nombre d'arbres et d'arbustes. Il existe une soixantaine d'espèces de truffes dans le monde dont une vingtaine en Europe. Cependant, au sein même de l'espèce *Tuber melanosporum*, la Truffe noire du Périgord, de fortes variations dans les propriétés gustatives ont été constatées selon les régions de récolte et la nature des sols. L'INRA a montré qu'elle présente dix génotypes différents, issus de deux ancêtres, chacun ayant suivi une migration post-glaciaire particulière, accompagnant les chênes, leurs hôtes privilégiés.
Francis Martin, Claude Murat, Jesus Diez, Christine Delaruelle, Nancy, *Chantal Dupré, Gérard Chevalier*, Clermont-Ferrand

13 Mise en évidence de l'effet d'une bactérie lactique dans le traitement des troubles fonctionnels digestifs

L'unité de Neurogastro-entérologie et nutrition travaille depuis 10 ans sur le rôle de l'alimentation dans les phénomènes inflammatoires digestifs et la sensibilité douloureuse intestinale. Elle vient de montrer, chez le rat, que l'ingestion pendant quelques jours d'une bactérie lactique, *Lactobacillus farciminis*, permet de soulager la douleur induite par une distension du côlon et de réduire une inflammation expérimentale de celui-ci. Si ces effets se confirment chez l'homme, l'utilisation de cette bactérie offre un espoir pour le traitement des troubles fonctionnels intestinaux, dont les causes restent mal connues et les traitements décevants.
Jean Fioramonti, Toulouse

14 Identification de deux gènes de légumineuse contrôlant des symbioses d'intérêt agronomique

Des chercheurs d'une unité mixte INRA-CNRS, en collaboration avec des chercheurs des États-Unis, de Hongrie et des Pays-Bas, viennent d'isoler et de séquencer deux gènes de la légumineuse-modèle *Medicago truncatula* impliqués dans les symbioses entre bactéries ou champignons et légumineuses, leur permettant de fixer l'azote de l'air et d'absorber le phosphore du sol. Les protéines codées par ces gènes interviennent dans la signalisation intracellulaire déclenchée par des signaux moléculaires, secrétés par les symbiotes.
Jean Dénarié, Frédéric Debellé, Charles Rosenberg, Toulouse

INRA Partenaire

18 INRA Transfert SA. Une nouvelle politique de valorisation

L'INRA a regroupé en 2003, dans sa filiale "INRA Transfert", toutes les opérations rattachées à la valorisation afin de créer un portefeuille national cohérent (en 2003 : 127 contrats de licences, hors licences végétales) qui englobera en 2004 le secteur végétal. Cette filiale accueillera, également en 2004, une cellule de montage de projets européens en collaboration avec la DARESE. Sont développées les différentes mesures d'aides aux entreprises : programme annuel de soutien à des projets de prévalorisation, accompagnement des projets de création d'entreprises. Bilan des entreprises créées en lien avec l'INRA depuis 1998.
Jean-François Quillien, Quimper, *Christine Michel*, Nantes

22 Tester le métabolisme et la toxicité de nouvelles molécules sur des modèles *in vitro* pour réduire l'expérimentation animale

Un partenariat scientifique étroit a été établi entre le laboratoire INRA-UNSA de Toxicologie cellulaire, moléculaire et génomique et l'équipe Early ADMET de la société pharmaceutique Galderma R&D, portant sur l'utilisation de modèles *in vitro* pour évaluer le métabolisme et la toxicité des médicaments, tout en réduisant le recours à l'expérimentation animale. Les modèles cellulaires d'origines hépatique, spécialité du laboratoire INRA, et épidermique génèrent en effet des informations précoces et fiables sur le devenir et les effets des molécules à visée thérapeutique et phyto-pharmaceutique. *Roger Rahmani*, Sophia Antipolis

23 30 ans de partenariat entre chercheurs et pépiniéristes

pour créer et sélectionner des variétés d'arbustes d'ornement innovantes.
Jean-Luc Gaignard, Alain Cadic, Angers

Résonances

25 Un vieil homme et la Terre. Neuf milliards d'êtres à nourrir. La nature et les sociétés rurales à sauvegarder par Edgard Pisani, Éd. du Seuil, 2004.

Une crise sans précédent affecte aujourd'hui les rapports que l'homme entretient avec l'une des plus anciennes de ses activités : l'agriculture. Au-delà, c'est une certaine façon d'habiter la planète -et de se nourrir- qu'il s'agit de réinventer. À vouloir forcer la terre, nous prenons le risque de la détruire. À mondialiser imprudemment les marchés agricoles, nous mettons en péril les cultures paysannes spécifiques. À industrialiser trop systématiquement le travail agricole, sur toute la planète, nous chassons les paysans vers les villes, le déracinement, le sous-emploi. Celui qui fut l'un des ministres de l'Agriculture de la France ne se contente pas de mettre en garde l'opinion et les gouvernants. Il fait huit propositions concrètes pour sortir de notre aveuglement.

Le Point

28 *Bacillus cereus*, le bon, la brute et le truand

Plusieurs résultats de recherche sont parus récemment au sujet de bactéries du groupe *Bacillus cereus* qui jouent un rôle important en hygiène alimentaire. En raison de la complexité de leur mode d'action, de leur implication aussi bien dans des pathologies que dans des médications… il a paru intéressant de demander aux équipes concernées une synthèse. Ce "Point" présente leurs différentes approches afin de mieux saisir la diversité et la complémentarité des recherches en microbiologie menées à l'INRA : études génomiques, régulation de l'expression génétique, croissance et production de toxines, pathogénie, adhésion aux surfaces et résistance aux procédures de nettoyage. *Didier Lereclus*, La Minière (Institut Pasteur), *Alexei Sorokine*, Jouy-en-Josas, *Christine Faille*, Lille, *Philippe Schmitt* et *Christophe Nguyen-the*, Avignon

Éléments de réflexion

36 La carrière des chercheuses à l'INRA est-elle sujette à discrimination ?

Les femmes sont sous-représentées dans les filières qui conduisent aux carrières scientifiques et technologiques. Puis, au cours de leurs carrières, elles se heurtent à ce qu'il est coutumier d'appeler un "plafond de verre", invisible *a priori* mais pourtant bien réel, qui les empêche d'accéder aux plus hauts postes. Quelle est la situation à l'INRA ?
Thierry Boujard, Direction des Ressources humaines

38 Des transitions personnelles et professionnelles chez les femmes chercheurs à l'INRA

Une étude a été entreprise au centre de Versailles-Grignon sur les femmes chercheurs car elles représentent 50% des demandes de bilans de compétences. Ces femmes sont toutes CR1 et ont toutes autour de la quarantaine. Cette investigation tente d'apporter un éclairage sur "les transitions personnelles et professionnelles chez les femmes chercheurs à l'INRA". Les transitions sont à comprendre comme des phases de reconstruction active des valeurs et des normes fondant la reconnaissance et la valorisation de soi et d'autrui. Pourquoi demandent-elles de plus en plus de bilans de compétences ? Quels projets de vie ont-elles ? Et quels sont les freins ?
Dominique Lancelin, Direction des Ressources humaines

Faire connaître

43 Le *Cahier des Techniques*. Nouvelle formule, nouveau départ

Créé en 1983 et animé par Yves et Madeleine Bonnet, même pendant leur retraite, ce *Cahier* a pour fonction essentielle de favoriser, valoriser, transmettre des savoir-faire et de partager des expériences concernant les techniques. Il a été repris par une nouvelle équipe en 2003, rattachée au pôle Partenariat Transfert Innovation de la DISI avec une autre organisation, une nouvelle ligne éditoriale, un contenu plus large, une diffusion papier et électronique…
Jean-François Quillien, Quimper

Les résumés sont d'INRA *mensuel*.

Directrice de la publication : Corine Plantard / Responsable de l'INRA mensuel : Denise Grail
Secrétariat : Frédérique Chabrol - chabrol@paris.inra.fr / Conception et réalisation : Pascale Inzérillo - piz@paris.inra.fr
Photothèque INRA : Jean-Marie Bossennec - Julien Lanson - Christophe Maître
Couverture : reproduction des peintures de la grotte de Lascaux ; relevé de la nef (bisons, chevaux).
Maurice Thaon (1910-après 1965) / vers 1941-1942 pastel. Saint-Germain-en-Laye, Antiquités nationales.
Photo : ©RMN - Loïc Hamon

INRA, Mission communication, 147 rue de l'Université, 75338 Paris Cedex 07. Tél : 01 42 75 90 00.
Imprimeur : Graph 2000 / Photogravure : Vercingétorix ISSN 1156-1653 Numéro de commission paritaire : 1799 ADEP